PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 10. 15. Mai 1904. 5. Jahrgang.

Redaktionsschluss für No. 11 am 18. Mai 1904.

INHALT.

(R. = Referat, B. = Besprechung.)

Seite

Atmosphäre: Bemerkungen über die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit der — von meteorologischen Faktoren, v. A. Gockel 257
Atmosphärisches Potentialgefälle: Über Messungen des — in Kremsmünster, v. B. Zölss 260
Berichtigung 280
Cassuto, L., Der Lichtbogen zwischen Quecksilber und Kohle 263
Cassuto, L. u. J. Stark, Der Lichtbogen zwischen gekühlten Elektroden 264
Chemie: Theoretische — vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik, v. W. Nernst. (B.) 278
— Zeitschrift für physikalische —, Elektro- —, Thermo- —, Radio- —, chemische Mechanik, Stöchiometrie, v. Philippe-A. Guye. (B.) 279
— Vorlesungen über theoretische und physikalische —, III. Heft: Beziehungen zwischen Eigenschaften und Zusammensetzung, v. J. H. van't Hoff. (B.) . . 280
— Lehrbuch der physikalischen —. I., v. H. v. Jüptner. (B.) 278
Detektor: Ein neuer messender — für elektrische Wellen, v. L. H. Walter. 269
Elektrisch: Bemerkungen über die Abhängigkeit der — Leitfähigkeit der Atmosphäre von meteorologischen Faktoren, v. A. Gockel 257
— Ein neuer messender Detektor für — Wellen, v. L. H. Walter 269
Elektrizität: Luft- — und Sonnenstrahlung, v. H. Rudolph. (B.) 278
Elektroden: Der Lichtbogen zwischen gekühlten —, v. J. Stark u. L. Cassuto. 264
Glühlampe: Die elektrische — im Dienste des physikalischen Unterrichtes, v. E. Grimsehl. (B.) . . 279
Gockel, A., Bemerkungen über die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre von meteorologischen Faktoren 257
Grimsehl, E., Die elektrische Glühlampe im Dienste des physikalischen Unterrichtes. (B.) 279
Guye, Philippe-A., Zeitschrift für physikalische Chemie, Elektrochemie, Thermochemie, chemische Mechanik, Stöchiometrie. (B.) 279
Hoff, J. H. van't, Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie, III. Heft: Beziehungen zwischen Eigenschaften und Zusammensetzung. (B.) 280
Iklé, M., Über das ultrarote Absorptionsspektrum einiger organischer Flüssigkeiten 271
Jüptner, H. v., Lehrbuch der physikalisch. Chemie. I. (B.) 278
Kohle: Der Lichtbogen zwischen Quecksilber und —, v. L. Cassuto 263
Kraftmaschinen: Die —, v. K. Schreber. (B.) . . . 277
Leitfähigkeit: Bemerkungen über die Abhängigkeit der elektrischen — der Atmosphäre von meteorologischen Faktoren, v. A. Gockel 257
Lichtbogen: Der — zwischen Quecksilber und Kohle, v. L. Cassuto 263
— Der — zwischen gekühlten Elektroden, v. J. Stark u. L. Cassuto 264
Luftelektrizität und Sonnenstrahlung, v. H. Rudolph. (B.) 278
Mahler, G., Physikalische Formelsammlung. (B.) . . 279
Meteorologisch: Bemerkungen über die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre von — Faktoren, v. A. Gockel. 257
Molekulargewicht: Zur — -bestimmung nach dem Siedeverfahren, v. S. Toeche-Mittler. (B.) 280
Naturkunde: Lehrbuch der —, v. C. H. Wind. (B.) . 280
Nernst, W., Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. (B.) 278
Personalien 280
Pfeiffer, E., Physikalisches Praktikum für Anfänger. (B.) 277
Physikalische Formelsammlung, — v. G. Mahler. (B.) 279
Physikalisches Praktikum für Anfänger, v. E. Pfeiffer. (B.) 277
Quecksilber: Der Lichtbogen zwischen — und Kohle, v. L. Cassuto 263
Rudolph, H., Luftelektrizität und Sonnenstrahlung. (B.)
Schreber, K., Die Kraftmaschinen. (B.) 277
Spektrum: Über das ultrarote Absorptions- — einiger organischer Flüssigkeiten, v. M. Iklé 271
Stark, J. u. L. Cassuto, Der Lichtbogen zwischen gekühlten Elektroden 264
Strahlung: Luftelektrizität u. Sonnen- —, v. H. Rudolph (B.) 278
Toeche-Mittler, S., Zur Molekulargewichtsbestimmung nach dem Siedeverfahren. (B.) 280
Ultrarot: Über das — Absorptionsspektrum einiger organischer Flüssigkeiten, v. M. Iklé 271
Unterricht: Die elektrische Glühlampe im Dienste des physikalischen —, v. E. Grimsehl. (B.) 279
Walter, L. H., Ein neuer messender Detektor für elektrische Wellen 269
Wind, C. H., Lehrbuch der Naturkunde. (B.) . . . 280
Zeitschrift: — für physikalische Chemie, Elektrochemie, Thermochemie, Radiochemie, chemische Mechanik, Stöchiometrie, v. Philippe-A. Guye. (B.) . . . 279
Zölss, B., Über Messungen des atmosphärischen Potentialgefälles in Kremsmünster 260

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Bemerkungen über die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit der Atmosphäre von meteorologischen Faktoren.

Von A. Gockel.

Wiederholt ist schon konstatiert worden, dass die Zerstreuungsgeschwindigkeit sowohl der positiven als auch der negativen Ladungen im Winter bei uns bedeutend niedriger ist als in der warmen Jahreszeit. Andererseits aber ist auch eine starke Abhängigkeit der Zerstreuungsgeschwindigkeit von der relativen Feuchtigkeit nachgewiesen. Es lag daher die Vermutung nahe, dass die winterliche Abnahme der Zerstreuungsgeschwindigkeit zum mindesten mit bedingt sei durch die im Tieflande mit der Abnahme der Temperatur stets vorhandene Zunahme der relativen Feuchtigkeit. Beobachtungen, die ich nun im Januar dieses Jahres im Hochthale von Adelboden (Kanton Bern) bei relativen Feuchtigkeiten von nur 40 bis 70 % anstellte, zeigten mir, dass auch dort trotz grösserer Trockenheit und höherer Lage (1350 m) die Zerstreuungsgeschwindigkeit nicht viel grösser ist als hier in dem nebelreichen Freiburg. Auch die von Saake[1]) im Februar, März und April v. J. in Arosa gefundenen Zerstreuungswerte bleiben weit hinter denen zu-

1) W. Saake, diese Ztschr. **4**, 626, 1903.

rück, die Elster und Geitel im Juli in dem etwas niedriger als Arosa gelegenen Zermatt gefunden haben, wobei allerdings schwer zu ersehen ist, inwieweit Saakes Werte durch den Umstand beeinflusst wurden, dass er die Messungen zum Teil in der nur halboffenen Liegehalle des Sanatoriums vornahm.

Eine direkte Abhängigkeit der Zerstreuungsgeschwindigkeit von der Temperatur scheint demnach vorhanden zu sein. Eine solche Abhängigkeit hat auch B. Zölss[1]) in den in Kremsmünster angestellten Beobachtungen gefunden, doch ist der Autor geneigt, in dieser Abhängigkeit eher eine Wirkung der Sonnenstrahlung als eine solche der Temperatur selbst zu sehen. Mache[2]) hat allerdings gefunden, dass die Zerstreuungsgeschwindigkeit in abgeschlossenen Räumen innerhalb weiter Grenzen unabhängig von der Temperatur ist, und ich kam zu dem gleichen Resultate[3]), als ich die Zerstreuungsgeschwindigkeit in einem nicht luftdicht abgeschlossenen Kasten mass, der ein Volumen von 1,2 cbm besass, also erheblich grösser war als die von Mache angewandten Glasglocken. Trotzdem glaube ich aber nicht, dass man die Resultate, die für mehr oder weniger abgeschlossene Luftmengen gelten, ohne weiteres auf die Verhältnisse in der freien Atmosphäre übertragen darf. In abgeschlossenen Räumen konnte auch kein Zusammenhang zwischen Zerstreuungsgeschwindigkeit und relativer Feuchtigkeit nachgewiesen werden, obschon in der freien Atmosphäre ein solcher Zusammenhang unzweifelhaft existiert. In abgeschlossenen Räumen scheint eben, worauf schon die Herren Elster und Geitel in ihren ersten Veröffentlichungen über die elektrische Zerstreuung aufmerksam machten, in erster Linie die Grösse des betreffenden Raumes für die Zerstreuungsgeschwindigkeit massgebend zu sein. Die anderen Einflüsse treten hinter dieser Grösse zurück.

Des weiteren haben Versuche von Uhrig[4]) sehr wahrscheinlich gemacht, dass thatsächlich die Ionisation eines Luftquantums mit der Temperatur steigt. Meine Beobachtungen mit dem Aspirationsapparat in Adelboden haben auch ergeben, dass der Ionengehalt daselbst kaum stärker ist, als der bei derselben Temperatur (ca. 0°) hier in Freiburg beobachtete. Gerade dieser Umstand lässt mich vermuten, dass die Ionenführung der unteren Luftschichten eine Funktion der Temperatur ist, und dass der direkte Einfluss der Sonnenstrahlung geringer ist, als ich früher selbst annahm. Ein direkter Einfluss der Sonnenstrahlung hätte darin zum Ausdruck kommen müssen, dass die Luft in Adelboden, das sich während des ganzen Monats Dezember und fast des grössten Teils des Januars des prächtigsten Sonnenscheins erfreute, einen bedeutend höheren Ionengehalt hätte aufweisen müssen als in Freiburg, das während dieser 2 Monate nur 6 heitere Tage hatte. Freilich werden zur definitiven Entscheidung der Frage, ob die Sonnenstrahlung direkt oder die in ihrem Gefolge auftretende Temperatursteigerung die Ionenführung in den unteren Luftschichten — für die oberen wird man eine Ionisation durch ultraviolette Strahlung nach Lenards Versuchen sicher annehmen müssen — beeinflusst, noch weitere Versuchsreihen nötig sein. Nur einen Punkt möchte ich noch erwähnen. Richarz und Schenk[1]) haben gezeigt, dass zerfallendes Ozon Sauerstoffionen liefert, und Hr. Schenk[2]) spricht direkt die Vermutung aus, dass die Leitfähigkeit der Luft vielleicht das sicherste Mass für die Ozonisierung derselben sei. Da nun nach Warburg die Zersetzungsgeschwindigkeit des Ozons mit der Temperatur zunimmt, so muss, wenn die Auffassung des Hrn. Schenk richtig ist, auch der Ionengehalt der Luft mit der Temperatur sich steigern. Bemerkenswert ist auf jeden Fall, dass nach de Thierry[3]) mit der Höhe der Ozongehalt der Atmosphäre annähernd in derselben Weise steigt, wie dies die Leitfähigkeit oder, besser gesagt, der Ionengehalt der Luft thut, und dass auch die jährliche Periode des Ozongehaltes der Atmosphäre eine Übereinstimmung mit der Periode der Zerstreuungsgeschwindigkeit zeigt.

Hier in Freiburg kann man im Winter stets konstatieren, dass in den Stunden von 8—10 a die Zerstreuungsgeschwindigkeit rasch zunimmt, sobald der, wenigstens bei anticyklonaler Wetterlage, nie fehlende Nebel zu weichen beginnt. Auch in Zermatt habe ich im März beobachtet, dass die Zerstreuung von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang ziemlich schwach war. Ich glaubte in diesem Umstande eine Folge des schwachen Dunstes sehen zu sollen, der sich in der Nacht an den Berglehnen bildete. Nun habe ich aber auch in Adelboden, wo keine Spur von Dunst oder Nebel wahrzunehmen war, ebenfalls beobachtet, dass die Zerstreuungsgeschwindigkeit nach dem Sichtbarwerden der Sonne, d. h. nach 10½ a, von dem niederen Werte 0,5 %, auf dem sie sich bis dahin gehalten, rasch auf ca. 3 % stieg. Die Beobachtungen wurden wie meine früheren unter Anwendung eines Drahtschutzcylinders gemacht. Es scheint demnach, dass die Sonnenstrahlen, auch abgesehen von der durch sie bewirkten

1) B. Zölss, Wiener Ber. **112**, IIa, 1137, 1903 (im Auszuge: diese Zeitschr. **5**, 260, 1904).
2) H. Mache, Wiener Ber. **110**, IIa, 1302, 1901.
3) Gockel, Luftelektrische Untersuchungen, S. 41, 1902.
4) Uhrig, Marburger Dissertation, S. 20, 1903.

1) Richarz und Schenk, Berl. Sitzber. **52**, 1102, 1903.
2) Schenk, Berl. Ber. I, 53, 37, 1904.
3) de Thierry, Compt. rend. **124**, 460, 1897 a.

Auflösung des Nebels, durch ihre Wärmewirkung und die damit verbundene Abnahme der relativen Feuchtigkeit eine rasche Steigerung der Zerstreuungsgeschwindigkeit in den Morgenstunden hervorrufen.

Das vor dem Erscheinen der Sonne eintretende Sprungmaximum des Potentialgefälles habe ich in Adelboden in derselben Weise wie früher in Zermatt[1]) beobachtet. Eine auffällige Erscheinung bei Sonnenuntergang habe ich dagegen niemals bemerkt, vielleicht deshalb nicht, weil mein Beobachtungsplatz frühzeitig in den Schatten einiger grosser Gebäude kam.

Bei verschiedenen Gelegenheiten[2]) habe ich darauf hingewiesen, dass offenbar ein Zusammenhang zwischen dem Verhältnis q der beiden Zerstreuungskoeffizienten a_- und a_+ und der Vertikalkomponente der Luftbewegung existiert. Herr Prof. Börnstein hatte die Freundlichkeit, mich darauf aufmerksam zu machen, dass die von mir aus den hiesigen Beobachtungen abgeleitete Tageskurve von q recht genau übereinstimmt mit dem Gang der stündlichen Änderung des Luftdrucks in Berlin. Dies veranlasst mich, im folgenden die von mir hier beobachtete Tageskurve von q mit der des Luftdruckes im benachbarten und ähnlich gelegenen Bern[3]) zusammenzustellen. Figur 1 enthält die

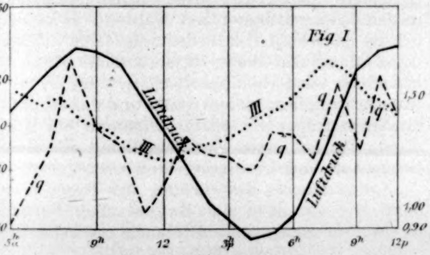


Fig. 1.

beiden Kurven für das Sommer-, Figur 2 für das Winterhalbjahr. Die Ordinaten der Luftdruckkurve geben die Abweichung vom Mittelwert in Hundertstelmillimeter, die Ordinaten der gestrichelten Linie die auf Seite 872 der citierten Arbeit angeführten Werte von q. Man sieht, einem Steigen des Barometers entsprechen hohe, einem Sinken desselben niedere q-Werte. Noch deutlicher wird dieser Zusammenhang, wenn man als Ordinaten der Luftdruckkurve nicht den Stand des Barometers, sondern die innerhalb einer Stunde erfolgte Änderung desselben annimmt, wie dies bei Kurve III der Figur 1 geschehen ist. Nur für das abendliche Sprungminimum von q giebt die Bewegung

1) Luftelekt. Unters. S. 35.
2) Diese Ztschr. **4**, 873, 1903.
3) Durchschnitt der Jahre 1895—1901. Die Aufzeichnungen geschehen mit Hilfe eines Wild-Hasslerschen Barographen.

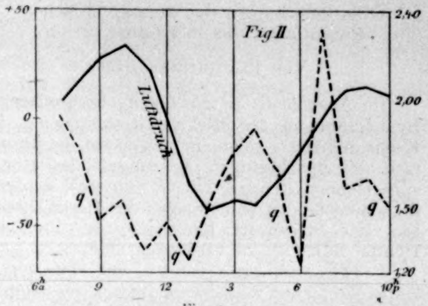


Fig. 2.

des Luftdrucks keine Erklärung. Zu denselben Resultaten führt die Betrachtung der Figur 3. Die Werte von q sind der Arbeit von Zölss[1]) entnommen und berechnet aus Beobachtungen,

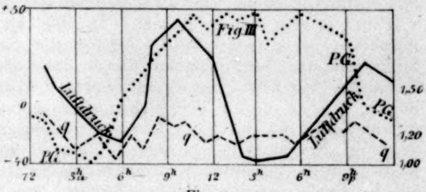


Fig. 3.

die in Kremsmünster vorwiegend in den Wintermonaten vorgenommen wurden. Die mit „Luftdruck" bezeichnete Kurve giebt den täglichen Gang des Luftdrucks in den Wintermonaten in Wien.[2]) Desgleichen habe ich in dieser Figur auch die von mir aus den in extenso mitgeteilten Beobachtungswerten berechnete Tageskurve des Potentialgefälles in Kremsmünster hinzugefügt (Kurve *P. G.*). Auch diese Kurve bezieht sich vorwiegend auf das Winterhalbjahr. Für die Nachtzeit von 9 ^{h} p bis 4 ^{h} a liegen überhaupt nur wenige Beobachtungen vor. Ich habe das betreffende Stück der Kurve trotzdem gezeichnet, weil es das auch anderwärts beobachtete morgendliche Minimum des *P. G.* gut erkennen lässt.

Dem morgendlichen und abendlichen Ansteigen des Luftdruckes in den Höhen (Säntis) entspricht nach meinen Beobachtungen jeweils auch ein Maximum von q. Im übrigen ist hier der Zusammenhang zwischen der Tageskurve von q und der des Luftdruckes weniger deutlich, was sich teils aus der geringen Anzahl meiner Beobachtungen, teils aus den von mir früher[3]) besprochenen Störungen erklärt.

1) B. Zölss, l. c. S. 1149.
2) Hann, Untersuchungen über die tägliche Oszillation des Barometers, S. 70.
3) Diese Ztschr. **4**, 873, 1903.

Freiburg (Schweiz), Februar 1904.

Über Messungen des atmosphärischen Potentialgefälles in Kremsmünster.

Von P. Bonifaz Zölss.

Im Anschlusse an die bereits besprochenen Beobachtungen der Elektrizitätszerstreuung in Kremsmünster[1]) sollen im folgenden die Resultate der gleichzeitigen Messungen des atmosphärischen Potentialgefälles[2]) mitgeteilt werden, die ebenfalls den Bemühungen des Herrn Direktors der Sternwarte Kremsmünster, Prof. P. Franz Schwab zu verdanken sind.

1. Die Messungen wurden mit Hilfe eines Benndorfschen Registrierapparates ausgeführt, der seit 8. Februar 1902 in Thätigkeit und in einer Fensternische des 3. Stockwerkes der Sternwarte aufgestellt ist, 18 m hoch über dem Erdboden. Das 50 m hohe Gebäude überragt den Standort des Apparates noch um 32 m. Als Kollektor diente eine Radiumelektrode, die 1·3 m von der Mauer absteht. Da die vom Apparate registrierten Werte infolge der Deformation der Niveauflächen durch das hohe Gebäude, zunächst nur einen relativen Wert haben, musste durch Vergleichsmessungen auf freiem Felde die durch die Elektrode hindurchgehende Niveaufläche bestimmt und so eine Reduktion des gesamten Beobachtungsmateriales auf die Thalebene durchgeführt werden. Hierzu diente ein Exnersches Elektroskop, mit dem insgesamt 286 Vergleichsmessungen ausgeführt wurden; dieselben fallen hauptsächlich in die Zeit von Februar bis November und ergaben in guter Übereinstimmung, dass die gesuchte Niveaufläche einem Abstand von 0,67 m vom Erdboden entspricht. Auf Grund dieser Feststellung wurden alle Beobachtungen auf Volt pro Meter reduziert.

2. Zur Bestimmung des jährlichen und täglichen Ganges des Potentialgefälles wurden nur solche Tage ausgewählt, die entweder ganz heiter oder bloss zum geringsten Teil des Tages schwach bewölkt waren.

Das aus 93 heiteren Tagen sich ergebende Jahresmittel des Potentialgefälles beträgt 98 $\frac{V}{m}$. Das Maximum der Jahresperiode liegt im Dezember, das Minimum im Juni. Während der Frühlings- und Sommermonate ist die Variation der Gefällswerte verhältnismässig gering. Erst mit dem Beginn der eigentlichen Wintermonate, besonders mit dem Auftreten der Winternebel und der Schneedecke erfährt das Potentialgefälle rasch eine bedeutende Steigerung; es hält sich hierauf während der drei Wintermonate durchwegs hoch und sinkt mit dem Verschwinden der Schneedecke und dem Beginn des Frühlings ebenso rasch wieder ab.

3. Im täglichen Verlaufe des Potentialgefälles (Tabelle) ist vor allem das mit grosser Regelmässigkeit ca. 3^h früh auftretende Hauptminimum bemerkenswert; dasselbe ist nicht nur an heiteren, sondern nicht selten auch an solchen Tagen zu beobachten, die im übrigen bedeutende elektrische Störungen aufweisen. Nach diesem Minimum erheben sich die Gefällswerte in der Regel ziemlich rasch zu einem Morgenmaximum, auf das eine schwache Abnahme derselben folgt; das Hauptmaximum tritt gewöhnlich in den ersten Abendstunden ein (ca. $7^h\,p$). Ausser diesen beiden Maximis findet sich merkwürdigerweise häufig noch ein drittes in den ersten Nachmittagstunden (2—$3^h\,p$), das zwar meistens schwach ist, aber selbst im Jahresmittel sich noch deutlich erkennen lässt. Besonders häufig tritt dieses dritte Maximum in den Wintermonaten auf, während es in der heissen Jahreszeit fast vollständig fehlt. Auch Chauveau[1]) hat dieses eigentümliche Mittagsmaximum wiederholt beobachtet. Im Winter tritt das Morgenmaximum später und das Abendmaximum früher ein als im Sommer, ein Umstand, der auf einen Zusammenhang mit dem Sonnenauf- und Untergang hindeutet.

Zur genaueren Besprechung der Tageskurve lösen wir sie nach der Besselschen Formel in eine Sinusreihe auf. Hiernach erscheint die tägliche Periode des Potentialgefälles in dem aus 93 normalen, ungestörten Tagen gebildeten Jahresmittel in folgender Form:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = 98 + 25{,}8 \sin(225{,}5 + \alpha) + 12{,}3 \sin(203{,}4 + 2\alpha) + 1{,}5 \sin(137{,}7 + 3\alpha)$$

Die Kurve ist also ihrem Wesen nach eine einfache Welle, der eine schwächere doppelte

1) Diese Zeitschr. **5**, 106, 1904.

2) Die ausführlichere Bearbeitung des Beobachtungsmateriales findet sich: Wiener Ber. **112**, Abt. IIa., 1137, 1903.

1) A. B. Chauveau, Étude de la variation diurne de l'électricité atmosphérique. Paris 1902. S. 74 und 81.

Tabelle.

		12^h	1^h	2^h	3^h	4^h	5^h	6^h	7^h	8^h	9^h	10^h	11^h
Vormittag	Winter	94	83	76	73	75	85	102	118	123	135	139	138
	Sommer	60	56	53	50	52	60	79	86	87	84	84	82
	Jahr	74	68	63	61	62	71	87	100	104	112	111	109
Nachmittag	Winter	136	141	147	147	141	138	145	155	147	133	121	109
	Sommer	78	75	78	81	80	79	80	87	88	83	70	64
	Jahr	108	111	117	119	111	115	120	123	119	109	97	87

Welle übergelagert ist. Eine Trennung des Beobachtungsmateriales nach Sommer- und Wintermonaten zeigt, dass das Verhältnis der Amplituden der beiden ersten Wellen und somit auch die Grösse der Mittagsdepression keineswegs konstante, sondern merklich variable Grössen sind. Es ergeben sich nach dieser Unterscheidung die folgenden zwei Reihen:

1. Für Wintermonate:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = 120 + 33{,}6 \sin(224{,}4 + \alpha) + 14{,}0 \sin(193{,}6 + 2\alpha) + 1{,}8 \sin(166{,}5 + 3\alpha)$$

2. Für Sommermonate:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = 74 + 12{,}3 \sin(240{,}7 + \alpha) \quad 11{,}3 \sin(209{,}3 + 2\alpha) \quad 2{,}1 \sin(134{,}3 + 3\alpha)$$

Wie aus diesen Reihen ersichtlich ist, nähert sich der Gang des Potentialgefälles in den Wintermonaten stark der einfachen Welle, während in den Sommermonaten der Typus der doppelten Periode deutlich zu erkennen ist; doch überwiegt auch in diesen Monaten noch immer die einfache Tageswelle.[1])

Diese Erscheinung bestätigt die Richtigkeit der Resultate, zu denen Exner[2]) in seinen Untersuchungen über die tägliche Periode der Luftelektrizität gelangt ist. Nach Exner ist die an den meisten Orten beobachtete Mittagsdepression des Potentialgefälles einer durch die Insolation des Bodens über den Beobachtungsort sich erhebenden Staubschicht zuzuschreiben, die durch die mitgeführte negative Ladung das normale positive Gefälle schwächt. Da in Kremsmünster infolge der reichen Vegetation und der günstigen Lage auf dem Lande die Vorbedingungen für die Bildung einer derartigen Staubschicht fast vollständig fehlen, ist es auch begreiflich, dass im täglichen Gange des Potentialgefälles die einfache Welle vorherrscht. Wie Exner ferner hervorhebt, geht mit der Mittagsdepression des Potentialgefälles in der Regel auch eine Depression der ultravioletten Strahlung parallel. Nach P. Schwabs mehrjährigen photochemischen Beobachtungen gehört auch die Strahlungsdepression in Kremsmünster zu den seltenen Ausnahmen.

Alle diese Thatsachen sprechen für die Richtigkeit der Vermutung, dass der normale tägliche Verlauf des Potentialgefälles durch eine einmalige Periode gegeben ist und das häufig beobachtete Mittagsminimum als eine Störung anzusehen ist, die insbesonders in der heissen Jahreszeit und an trockenen Orten zur Geltung kommt und um so geringer wird, je mehr der Kollektor dem unmittelbaren Einfluss des Erdbodens entzogen ist.

Ein Vergleich des täglichen Ganges des Potentialgefälles mit jenem der Elektrizitätszerstreuung zeigt, dass die beiden Variationen im grossen und ganzen parallel verlaufen. Daraus folgt einerseits, dass der Einfluss der Zerstreuung auf das Potentialgefälle kein so unmittelbarer und plötzlich wirkender ist, dass jede Steigerung der Zerstreuung sogleich ein Sinken des Potentialgefälles zur Folge hätte; anderseits, dass die tägliche Variation des Potentialgefälles nicht durch die Elektrizitätszerstreuung erklärt werden kann. Ein Zusammenhang der Zerstreuung mit der Grösse der Mittagsdepression des Potentialgefälles wäre allerdings nicht ausgeschlossen.

4. Um den Einfluss der Bewölkung auf das Potentialgefälle zu prüfen, wurde der tägliche Verlauf desselben auch für bewölkte, jedoch niederschlagsfreie Tage gerechnet (Bewölkung 5—10); es handelt sich hierbei um eine Frage, die für die praktische Verwertung des Beobachtungsmaterials von nicht geringer Bedeutung ist, ob nämlich die Messungen an bewölkten Tagen zur Feststellung des normalen ungestörten Verlaufes des Potentialgefälles benutzt werden können oder nicht. Teilt man die verschiedenen Arten der Bewölkung in vier Grundtypen, so erhält man die folgenden Resultate:

a) Tage mit Stratus: Potentialgefälle sehr unregelmässig.

b) Tage mit Nimbus:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = 74 + 17{,}4 \sin(213{,}5 + \alpha) \quad 3{,}9 \sin(180{,}6 + 2\alpha) \quad 2{,}2 \sin(228{,}5 + 3\alpha)$$

c) Tage mit Cumulus:

$$\frac{}{\partial n} = 72 + 10{,}0 \sin(241{,}1 + \alpha) \quad 9{,}6 \sin(196{,}1 + 2\alpha) \quad 5{,}1 \sin(55{,}3 + 3\alpha)$$

d) Tage mit Cirrus:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = 90 + 21{,}0 \sin(220{,}9 + \alpha) \quad 10{,}4 \sin(181{,}0 + 2\alpha) \quad 1{,}3 \sin(180{,}0 + 3\alpha)$$

Hierbei ist zu bemerken, dass ein Tag als einer dieser vier Gruppen angehörig betrachtet wurde, wenn für den grössten Teil des Tages die betreffende Wolkenform notiert wurde. Tage mit augenscheinlichen elektrischen Störungen wurden von vornherein ausgeschlossen.

An Tagen mit einer dichten Stratusschicht erfährt das Potentialgefälle eine auffallende Störung. Der tägliche Verlauf ist unregel-

1) Vgl. Chauveau, l. c.

2) F. Exner, Über die tägliche Periode der Luftelektrizität, Wiener Ber. 1901. S. 385.

mässig, die Absolutwerte sind in der Regel abnorm niedrig und häufig auch negativ.

Niederschlagsfreie Nimbustage zeigen nicht selten einen anscheinend ungestörten Verlauf des Potentialgefälles. Die obige Reihe ist aus 15 solchen Tagen abgeleitet. Die tägliche Periode ist deutlich einfach; die Halbtagswelle, die $4\frac{1}{2}$ mal schwächer ist als die Tageswelle, tritt hier noch weit mehr zurück als an heiteren Tagen. Dies mag wohl darin seinen Grund haben, dass an den Tagen mit Nimbus von einer die Mittagsdepression erzeugenden störenden Staubschicht in der Atmosphäre kaum die Rede sein kann.

An den Tagen, an denen Cumulus und Cirrus vorherrschen, ist der Verlauf des Potentialgefälles vollkommen regelmässig und periodisch. Wie die obigen Reihen zeigen, hat die für Cumulustage resultierende Kurve (abgeleitet aus 16 Tagen) sowohl bezüglich des Verhältnisses der beiden ersten Amplituden, als auch in Bezug auf die Phasenzustände denselben Charakter, wie die früher für heitere Sommertage gefundene, entsprechend dem häufigeren Vorkommen der Cumuli in der heisseren Jahreszeit; jene Tage jedoch, an denen Cirrus notiert wurde — die Anzahl dieser Tage ist 50 — ergeben nahezu denselben Verlauf des Potentialgefälles, wie er in der Jahreskurve für heitere Tage zum Ausdruck kommt.

Was die Absolutwerte anbelangt, ergiebt sich nach Berücksichtigung der Verteilung der benutzten Tage auf die einzelnen Monate, dass dieselben an Tagen mit Nimbus und Cumulus im Vergleich zu den Resultaten bei heiterem Wetter um 37% bzw. 5% zu tief liegen, während sie an Tagen mit Cirrus im Durchschnitt um 2% erhöht erscheinen.

Die Bewölkung bewirkt also im allgemeinen eine Erniedrigung der Gefällswerte, die um so mehr hervortritt, je näher die Wolke dem Erdboden ist. Aus dem Gesagten folgt für die praktische Verwertung des Beobachtungsmateriales, dass die Tage mit Cumulus und Cirrus und den verschiedenen Übergangsformen derselben, falls nicht evidente Störungen des elektrischen Gleichgewichtes vorliegen, für die Bestimmung des normalen Verlaufes des Potentialgefälles unbedenklich verwendet werden können.

5. Weiter wurden die Messungen des Potentialgefälles mit dem gleichzeitig herrschenden Dampfdrucke und der Temperatur verglichen; es ist im Mittel um so grösser, je geringer Dampfdruck und Temperatur sind. Eine aus 19428 Einzelnregistrierungen abgeleitete Tabelle ergiebt für die beiden um 48° C. voneinander abstehenden Temperaturextreme Gefällswerte, die sich wie 3:1 verhalten.

6. Das umfangreiche Beobachtungsmaterial gestattete auch eine Prüfung des von Ekholm und Arrhenius[1]) gefundenen Zusammenhanges zwischen dem Potentialgefälle und der jeweiligen Zenithdistanz des Mondes. Das Resultat einer aus 18210 Registrierungen abgeleiteten Tabelle ist ein durchaus negatives; ein Einfluss der Zenithdistanz des Mondes auf das Potentialgefälle ist in keinerlei Weise bemerkbar. Ebenso fehlt eine mondmonatliche Periode. Hiernach erscheint es wahrscheinlich, dass der von Ekholm und Arrhenius hauptsächlich für arktische Gegenden gefundene Parallelismus nicht auf einen direkten Einfluss des Mondes, sondern auf irgendwelche andere, den arktischen Gegenden charakteristische Erscheinungen von mehr lokaler Natur, etwa auf das periodische Auftreten der Polarlichter, zurückzuführen ist.

7. Eine statistische Zusammenstellung der Tage nach der Häufigkeit und der Dauer des negativen Potentialgefälles ergab, dass von 405 Beobachtungstagen 179 Tage (= 44%) durchaus positives, 225 Tage (= 56%) sowohl positives als auch negatives Gefälle zeigten. Ein einziger Tag besitzt durchaus negative Werte; es ist dies ein kalter Wintertag (17. Januar 1903) mit scharfem eisigem Ostwind.

Die Häufigkeit des negativen Potentialgefälles besitzt eine tägliche Periode mit einem Maximum in den ersten Nachmittagstunden und einem Minimum um Mitternacht.

Was die wirkliche Dauer des negativen Potentialgefälles anbelangt, ergab sich, dass bei 90% der gesamten Beobachtungszeit das Gefälle positiv, bei 10% negativ war.

8. Eine Kontrolle für die Wirksamkeit der Radiumelektrode und deren Abhängigkeit von der herrschenden Windrichtung ergaben die oben erwähnten Vergleichsmessungen mit dem Flammenkollektor. Natürlich kann es sich hier nur um schwache Winde handeln, bei denen eben eine Messung mit dem Flammenkollektor möglich ist. Teilt man die Windrichtungen derart in zwei Gruppen, dass man in die eine Gruppe jene Winde rechnet, die die Radiumelektrode von vorne treffen, also von der Elektrode gegen die Mauer zu wehen, in die andere Gruppe alle übrigen Winde, und ordnet man alle Vergleichsbeobachtungen nach diesem Gesichtspunkte, so erhält man das Resultat, dass die Radiumelektrode bei Winden, die von der Elektrode gegen die Mauer wehen, im Durchschnitt um 1% niedrigere Werte angiebt, als bei entgegengesetzter Windrichtung. Vorausgesetzt, dass diese ganz innerhalb der Fehlergrenze der Betrachtung liegende Erniedrigung der Werte keine zufällige ist, sondern wirklich auf eine Abhängigkeit der Wirksamkeit der Radiumelektroden von der Windrichtung zurückgeht, so ist dieselbe doch

1) Ekholm und Arrhenius, Bihang Till Ko. Svenska Vetensk. Akademiens Handlingar. Bd. 19. Afd. 1, 1894 und Bd. 20. Afd. 1, 1895.

so gering, dass dieser Nachteil gegenüber den anderweitigen grossen Vorzügen der Radiumelektroden vollständig verschwindet.

Wien, II. physik. Institut, Febr. 1904.

Der Lichtbogen zwischen Quecksilber und Kohle.

Von L. Cassuto.

An dem Lichtbogen zwischen Quecksilber und Kohle wurden mittels folgender Versuchsanordnung Messungen angestellt. Das Glasgefäss, in dem der Lichtbogen entzündet wurde, war eine 5,4 cm weite, 10,6 cm hohe cylindrische Röhre; seine Achse stand vertikal; auf seinem Boden befand sich Quecksilber. Dieses diente als die eine Elektrode, indem ihm von unten Strom zugeleitet wurde. Als zweite Elektrode war ihm ein 5 mm dicker Kohlenstift in der Achse des Cylinders vertikal gegenübergestellt. Das ganze Gefäss tauchte in ein zweites Gefäss bis zum oberen in eine enge Röhre ausgezogenen Teil, durch welchen die Kohle eingeführt war; durch dieses zweite Gefäss floss Leitungswasser und hielt das innere Gefäss auf niedriger Temperatur.

Es wurden für die Stromrichtung Kohle-Quecksilber und für die Richtung Quecksilber-Kohle bei verschiedenen Elektrodenabständen Messungen der Elektrodenspannung und Stromstärke angestellt. In den Fig. 1 und 2 sind derartige Messungsreihen graphisch wiedergegeben.

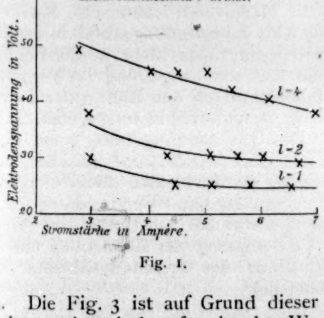


Fig. 1.

Die Fig. 3 ist auf Grund dieser Messungen konstruiert, indem für einzelne Werte der Stromstärke aus den Fig. 1 und 2 die zusammengehörigen Werte von Elektrodenspannung und Elektrodenabstand entnommen sind. Wie die Fig. 3 direkt erkennen lässt, ist bei gleicher Stromstärke und gleichem Elektrodenabstand die Elektrodenspannung des Lichtbogens grösser für Quecksilber als Kathode und Kohle als Anode denn für Quecksilber als Anode.

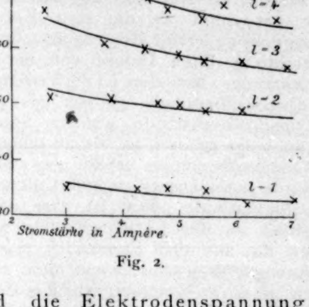


Fig. 2.

Stellt man die Elektrodenspannung V wieder in erster Annäherung (vergl. folgende Abhandlung S. 267) als lineare Funktion des Elektrodenabstandes l dar ($V = C + g \cdot l$), so ergiebt sich an der Hand der Fig. 3 folgendes. Die Konstante C, die Summe aus Anoden- und Kathodenfall, ist für beide Stromrichtungen nahezu die gleiche; dagegen ist das Spannungsgefälle g in der Säule des Lichtbogens grösser für Quecksilber als Kathode denn für Quecksilber als Anode.

Diese Abhängigkeit des Spannungsabfalles in der Lichtbogensäule von dem Vorzeichen der Quecksilberelektrode dürfte sich in folgender Weise erklären. Die Säule des Lichtbogens zwischen Quecksilber und Kohle zeigt unab-

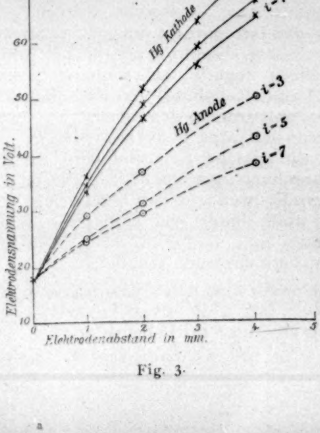


Fig. 3.

hängig von der Stromrichtung fast auf ihrer ganzen Länge das bläuliche Licht des Quecksilberdampfes. Dies rührt daher, dass Quecksilber sowohl als Kathode wie als Anode viel stärker verdampft als die feste Kohle. Die Lichtbogensäule erhält also unabhängig von der Stromrichtung ihren Dampf von der Quecksilberelektrode. Nun aber ist die Verdampfung[1]) einer Quecksilberanode grösser als diejenige einer Quecksilberkathode, weil der Spannungsabfall an jener grösser ist als an dieser. Von einer Quecksilberanode erhält also die Lichtbogensäule mehr Dampf zugeführt als von einer Quecksilberkathode. Nun ist aber der Spannungsabfall in der Lichtbogensäule abhängig von der ihr aus den Elektroden zugeführten Dampfmenge; er wächst, wenn diese abnimmt. Folglich muss der Spannungsabfall in der Lichtbogensäule für die stärker verdampfende Quecksilberanode kleiner sein als für die schwächer verdampfende Quecksilberkathode.

J. E. Ives[2]) hat einen Stromkreis, der eine grössere Selbstinduktion enthielt, zwischen Quecksilber und einem Stift aus festem Metall (Eisen, Platin) unterbrochen und die Kapazität bestimmt, welche parallel zur Unterbrechungsstelle gerade ausreicht, den Unterbrechungsfunken stark zu reduzieren. Diese Kapazität ergab sich als abhängig von der Stromrichtung. Für das Quecksilber als Anode war eine grössere Kapazität notwendig zur Reduktion des Funkens denn für das Quecksilber als Kathode. Diese Asymmetrie des Quecksilberunterbrechers dürfte sich erklären aus der oben beschriebenen Abhängigkeit der Elektrodenspannung von der Stromrichtung des Lichtbogens zwischen Quecksilber und einer festen Elektrode. Sowie die elektromotorische Kraft des Extrastromes bei der Unterbrechung grösser als die Minimalspannung des Lichtbogens zwischen Quecksilber und dem Unterbrecherstift ist, entzündet sich zwischen diesen bei der Unterbrechung ein kurz dauernder Lichtbogen (intensiver Funken). Dieser Lichtbogen beansprucht bei gleicher Stromstärke eine grössere Elektrodenspannung, wenn das Quecksilber negativ, als wenn es positiv ist. Durch Parallelschaltung von Kapazität kann die Elektrodenspannung des Lichtbogens und damit die Intensität des Funkens reduziert werden. Durch die gleiche Kapazität wird der bei der Unterbrechung gezündete Lichtbogen stärker geschwächt, wenn er das Quecksilber zur Kathode und damit eine grössere Elektrodenspannung hat, als wenn das Quecksilber die stärker verdampfende Anode ist.

1) J. Stark u. M. Reich, diese Zeitschr. **4**, 321, 1903.
2) J. E. Ives, Phys. Rev. **17**, 175, 1903.

Göttingen, 17. Februar 1904.

(Eingegangen 25. Februar 1904.)

Der Lichtbogen zwischen gekühlten Elektroden.

Von J. Stark und L. Cassuto.

§ 1. Einleitung. — In der Ionentheorie des Lichtbogens[1]), die der eine von uns gegeben hat, ist dargelegt worden, dass hohe Temperatur der Kathode die Existenzbedingung des Lichtbogens ist; „hohe Temperatur in der kathodischen Strombasis des Lichtbogens ist eine hinreichende und, wie wir annehmen wollen, die notwendige Bedingung dafür, dass aus der Lichtbogenkathode in den angrenzenden Dampfraum negative Elektronionen in grosser Zahl übertreten." Der Lichtbogen ist nach dieser Theorie wohl ohne hohe Temperatur der Anode, aber nicht ohne hohe Temperatur der Kathode möglich.

Abgesehen von der Rolle, welche die Temperatur an der Kathode spielt, hat sie einen Einfluss auf die innere elektromotorische Kraft an den Elektrodenoberflächen. Es wurde (a. a. O. S. 691) gezeigt, dass die Emission negativer Elektronionen als innere elektromotorische Kraft an den Elektroden wirkt und zwar an der Kathode im Sinne der Elektrodenspannung, an der Anode in entgegengesetzter Richtung. Nun lässt sich zwar nach der Theorie nicht die kathodische, wohl aber die anodische Strombasis von Weissglut auf niedrige Temperatur bringen; diese Temperaturerniedrigung der Anode muss von einer Verringerung der inneren elektromotorischen Kraft an der Anode begleitet sein.

Drittens ist die Temperatur der Elektroden für den Lichtbogen insofern von Bedeutung, als sie seiner Lichtsäule den Metalldampf aus den Elektroden liefert. Wie dargelegt worden ist (a. a. O. S. 677), sendet im allgemeinen sowohl die Anode als die Kathode dank ihrer hohen Temperatur Dampf in den Lichtbogen. Durch die Menge und chemische Natur dieses Dampfes wird der Spannungsabfall in der Bogenlichtsäule bedingt. Je mehr in der Bogenlichtsäule das Gas der Umgebung im Verhältnis zu dem Metalldampf aus den Elektroden überwiegt, desto mehr steigt das Spannungsgefälle im Lichtbogen. Das Gas der Umgebung kann sich entweder mit dem Metalldampf mischen oder in einem Stück der Lichtsäule allein ohne Metalldampf vorhanden sein. Verringerung der Elektrodentemperatur hat zur Folge eine Abnahme in der Verdampfung der Elektroden und damit eine Zunahme des Spannungsabfalles in der Bogenlichtsäule.

1) J. Stark, Ann. d. Phys. **12**, 673, 1903 (eingegangen 15. Juli 1903). Unabhängig kam J. J. Thomson zu der gleichen Ansicht, dass in der kathodischen Strombasis des Lichtbogens eine Emission negativer Elektronen statthabe, Conduction of electricity through gases, p. 424, Datum des Vorwortes, August 1903. Neuerdings hat sich W. Mitkevitch (Russ. phys.-chem. Ges. Nov. 1903) der gleichen Ansicht angeschlossen.

In der vorliegenden Untersuchung haben wir uns zwei Aufgaben gestellt. Erstens sollten Methoden aufgesucht werden, welche eine Abkühlung der Elektroden des Lichtbogens gestatten. Zweitens sollte untersucht werden, ob die drei von der Theorie vorhergesagten Wirkungen der Elektrodentemperatur auf den Lichtbogen in der Erfahrung sich zeigen. Nach Lösung der methodischen Aufgabe und nach Analyse des Erscheinungskomplexes kann eine weitere Untersuchung quantitative Messungen sich zur Aufgabe machen.

Über den Einfluss einer Abkühlung der Elektroden des Lichtbogens auf seine Elektrodenspannung und Stromstärke liegen bereits Untersuchungen[1]) vor. Sie haben indes zu widersprechenden Resultaten geführt.

§ 2. Unterdrückung einer Erhitzung und Verdampfung der Elektroden. — Nach dem Vorgang von Tommasi[2]) haben wir U-förmige Messingröhren, die von Wasser durchströmt waren, als Lichtbogenelektroden verwendet. Mit dieser Methode lässt sich zwar verhindern, dass die Elektroden auf eine grössere Ausdehnung eine hohe Temperatur annehmen. Bei grösserer Stromstärke bleibt aber die Temperatur in der anodischen und kathodischen Strombasis immer noch so hoch, dass beide Metalldampf aussenden; der Temperaturgradient zwischen der durchströmten Oberfläche und dem Innern der Elektrode muss also in diesem Falle sehr gross sein.

Eine Methode, welche die Erhitzung und Verdampfung einer Elektrode auch noch bei 7 Ampère Stromstärke zu unterdrücken gestattet, besteht darin, der einen Elektrode eine grosse Wärmekapazität zu geben und sie an der zweiten, feststehenden Elektrode vorbeirotieren zu lassen. Wir brachten diese Methode in zweierlei Art zur Anwendung. Als feststehende Elektrode diente ein Kohlenstift, die andere Elektrode wurde auf der Achse eines Elektromotors befestigt. In dem einen Falle war sie ein mit Eis gefüllter, 4 cm hoher, 8,2 cm weiter Hohlcylinder aus Messing; die Rotationsachse stand vertikal; gegenüber der oberen horizontalen Deckfläche in der Nähe des Randes wurde der Kohlenstift in vertikaler Richtung gestellt (Fig. 1). In dem zweiten Falle war die rotierende Elektrode ein Cylinder aus Kohle von 6 cm äusserem Durchmesser und 0,6 cm Dicke; die Rotationsachse stand horizontal, ebenso die feststehende Elektrode (Fig. 2). Für beide Fälle ergaben sich folgende Resultate. Durch genügend schnelle Rotation lässt sich die Erhitzung und Verdampfung der rotierenden Elektrode unterdrücken; der Lichtbogen stellt sich in die Richtung der Rotation ein (Fig. 1 und 2). Der Lichtbogen ist möglich zwischen einer rotierenden Anode und einer feststehenden hochtemperierten Kathode; er ist unmöglich zwischen einer rotierenden Kathode und einer feststehenden Anode. Zündet man den Lichtbogen bei ruhender Kathode und setzt diese dann langsam in Bewegung, so bleibt die weissglühende kathodische Strombasis unverändert an ihrer Stelle haften, folgt somit der Bewegung, der Lichtbogen ist dadurch gezwungen, sich zu verlängern und erlischt, sowie er eine gewisse Länge überschreitet. Die kathodische Strombasis des Lichtbogens kann also nicht von einer Stelle hoher Temperatur nach einer Stelle niedriger Temperatur überspringen, wohl aber ist dies der anodischen Strombasis möglich. Zu quantitativen Messungen ist die Methode der rotierenden Elektrode nicht geeignet, da sie die Länge des Lichtbogens nicht genau zu bestimmen gestattet.

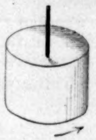


Fig. 1.

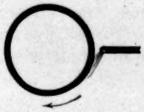


Fig. 2.

Eine zweite Methode zur Unterdrückung der Erhitzung der Elektrode besteht darin, nur eine kleine Stromstärke (kleiner als 0,5 Amp.) anzuwenden und die eine Elektrode durch einen Wasserstrom in ihrem Innern zu kühlen. Die Anwendung dieser Methode erfordert aber hohe Spannung (grösser als 400 Volt); da nämlich bei kleiner Stromstärke und der künstlichen Unterdrückung der Dampfentwicklung aus einer Elektrode der Anteil des umgebenden Gases an der Bogenlichtsäule gross ist verglichen mit dem Anteil des Dampfes, so ist der Spannungsabfall in ihr sehr gross (vergl. § 4). Wir stellten unsere Versuche mit einer elektromotorischen Kraft von 1850 Volt an; als obere Elektrode diente ein mit Calciumoxyd überzogener Platindraht oder ein zugespitzter Kohlenstift, als untere Elektrode eine dicke kalte Messingröhre mit einem kurzen Stifteinsatz aus Eisen (vergl. Fig. 4). Es ergaben sich folgende Resultate. Bei kleiner Stromstärke ist der Lichtbogen zwischen einer kalten Kathode und einer erhitzbaren Anode unmöglich, ein Glimmstrom zwischen ihnen vermag sich nicht in den Lichtbogen zu verwandeln. Dagegen ist zwischen einer weissglühenden Kathode und einer kalten Anode der Lichtbogen

1) Ch. R. Cross u. W. E. Shepard, Proc. Amer. Acad. **22**, 227, 1886; Lecher, Wien. Ber. **95**, 992, 1887; Wied. Ann. **33**, 609, 1888; Arons, Wied. Ann. **58**, 81, 1896; R. Herzfeld, Wied. Ann. **62**, 442, 1897; G. Schulze, Diss., Hannover 1902; verg. Monasch, Der elektrische Lichtbogen, Berlin 1904, S. 54.

2) Tommasi, Compt. rend. **93**, 716, 1881.

möglich; hierbei sendet allein die Kathode Dampf aus; dieser erfüllt nur eine kurze Strecke der positiven Lichtsäule; deren übriger Teil zeigt das bläulichrote Licht der positiven Lichtsäule in Luft.[1]) Diese Methode der kleinen Stromstärke gestattet auch quantitative Messungen.

§ 3. **Unipolarität des Lichtbogens zwischen Metall und elektrolytischer Flüssigkeit, Unipolarität des Wehnelt-Unterbrechers.** — Der Grundgedanke einer dritten Methode ist folgender. Um eine Erhitzung einer Elektrode zu verhindern, kann man als Material derselben eine elektrolytische Flüssigkeit wählen, die schon bei niedriger Temperatur verdampft. Wir wandten zu diesem Zweck eine konzentrierte Zinksulfatlösung an (Fig. 3); ihr Volumen war zum Zweck guter Abkühlung gross gewählt. Um erstens den

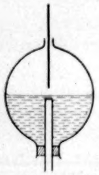


Fig. 3.

elektrolytischen Widerstand möglichst zu reduzieren und zweitens die Strombasis unter die obere Elektrode zu verlegen, war eine (kühlbare) Messingröhre in vertikaler Richtung bis auf wenige mm Abstand von der Oberfläche in die Lösung geschoben. Als elektromotorische Kraft diente eine Starkstromquelle von 430 Volt elektromotorischer Kraft. Es ergaben sich folgende Resultate.

Zwischen einer Kathode aus Kohle und einer Zinksulfatlösung als Anode ist ein Lichtbogen möglich. Zwischen einer Zinksulfatlösung als Kathode und einer metallischen Anode ist ein Lichtbogen unmöglich; bei Anwendung einer genügend grossen elektromotorischen Kraft (430 oder 1860 Volt) erhält man in diesem Falle wohl einen Glimmstrom, aber dieser vermag sich nicht in einen Lichtbogen zu verwandeln. Auch diese Methode der elektrolytischen Elektrode ist einer quantitativen Behandlung fähig.

Die vorstehenden Resultate enthalten die Erklärung der Unipolarität des Wehnelt-Unterbrechers. Bei diesem dient als eine Elektrode ein kurzer Platinstift, als zweite Elektrode Schwefelsäure rings um den Stift. Es ist bekannt, dass, wenn der Unterbrecher funktionieren soll, der Platinstift Anode, die Säure Kathode sein muss. Ist der Stift Kathode, so erhält man zwar auch Unterbrechungen oder Stromschwankungen; diese sind aber nicht so abrupt und regelmässig, und der Versuch endigt in der Regel damit, dass der kathodische Platinstift zerstört wird. Bei der Stromrichtung Stift-Säure kann sich zwischen dem Stift als Anode und der Säure als Kathode nie ein Lichtbogen entzünden, höchstens stellt sich ein kurz dauernder schwacher Glimmstrom zwischen ihnen her dank einer grossen elektromotorischen Kraft des Extrastromes; sofort nach Unterbrechung kann bei Dampfkondensation wieder Stromschluss eintreten. Bei der Stromrichtung Säure-Stift kann dagegen an der metallischen Kathode leicht ein Lichtbogen sich zünden, die Unterbrechung verlangsamen und unregelmässig machen und bei längerer Dauer den kathodischen Platinstift abschmelzen.

Wenn man in der von uns gebrauchten Versuchsanordnung bei offenem Strome den Kohlenstift erst zur Berührung mit der Zinksulfatlösung bringt und dann wieder ein wenig über deren Fläche emporzieht, so dass durch die Wirkung der Kapillarität ein Tropfen Flüssigkeit Stift und Lösung verbindet, so ergiebt sich bei Schliessung des Stromes folgendes. Ist der Stift Anode, die Lösung Kathode, so wird bei Stromschluss der beide verbindende Tropfen verdampft und der Strom sofort wieder unterbrochen. Ist der Stift Kathode, die Lösung Anode, so verdampft bei Stromschluss zwar der Tropfen ebenfalls momentan, aber sofort stellt sich auch ein Lichtbogen zwischen Lösung und Stift her.

§ 4. **Der Spannungsabfall im Lichtbogen bei Abkühlung der Elektroden.** — Aus dem Vorstehenden folgt, dass die hohe Temperatur der Kathode des Lichtbogens nicht erniedrigt werden kann, ohne dass der Lichtbogen erlischt; wohl aber kann die Temperatur der Anode beliebig erniedrigt werden. Hieraus ergiebt sich weiter, dass eine Erniedrigung der Temperatur der Elektroden nicht die innere elektromotorische Kraft an der Kathodenoberfläche, wohl aber diejenige an der Anodenoberfläche zu beeinflussen vermag. Gleichzeitig wird auch der Spannungsabfall in der Säule des Lichtbogens geändert.

Die Elektrodenspannung V des Lichtbogens setzt sich aus drei Teilen zusammen; erstens dem Spannungsabfall k an der Kathodenoberfläche (Kathodenfall), zweitens dem Spannungsabfall a an der Anodenoberfläche (Anodenfall), drittens dem Spannungsabfall in der Säule, welcher nahezu proportional der Länge l derselben ist. Es ist also $V = k + a + g.l = C + g.l$. Die Konstante C enthält also den Anoden- und Kathodenfall. Jener stellt die

1) Vergl. J. Stark, diese Zeitschr. 5, 83, 1904.

Spannungsdifferenz dar, welche zur Kompensation der inneren elektromotorischen Gegenkraft an der Anode notwendig ist. Eine Verkleinerung von C bei Erniedrigung der Elektrodentemperatur bedeutet nach dem Obigen nicht eine Veränderung von k, sondern eine Verkleinerung des Anodenfalles a.

Wir untersuchten nun den Einfluss einer Erniedrigung der Temperatur der Elektroden auf die Lichtbogengleichung mittels folgender Methode. Zum Zweck der Abkühlung wurden Elektroden verwendet, wie sie Fig. 4 zeigt. In eine 1,7 cm weite Messingröhre war central eine 0,7 cm weite eingeführt; durch beide wurde ein Wasserstrom geleitet. Die weite Röhre war oben mit einer Messingscheibe verschlossen; in

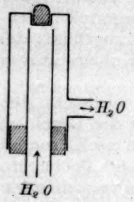


Fig. 4.

diese war central eine 5 mm weite, 3 mm tiefe cylindrische Höhlung gebohrt. In diese konnten Stifte aus beliebigem Material eingesetzt werden.

Es wurden nun einmal Messungsreihen an den in den Messingröhren befestigten gekühlten Elektroden aufgenommen, sodann an ungekühlten Elektroden ohne Verwendung der Messingröhren. Die Resultate mit Kohlenelektroden zeigten für die zwei Fälle keine so grossen Unterschiede, dass sich etwas Sicheres behaupten liesse; dies war zu erwarten, da bei Kohle wegen ihres schlechten thermischen Leitvermögens eine Abkühlung noch schwieriger ist als bei besser leitendem Metall. Wir teilen darum lediglich Beobachtungen an Kupferelektroden mit. Bei den Messungen ohne Abkühlung waren die Kupferelektroden 3,4 cm lange, 0,55 cm dicke cylindrische Stifte, sie waren zur Verringerung der Abkühlung durch Leitung in kurzen dicken Kohlenstäben befestigt. Die Fig. 5 und 6 geben mehrere Beobachtungsreihen graphisch wieder.

Mit Hilfe der V, i-Kurven kann man für $i = const.$ verschiedene V, l-Kurven konstruieren, indem man aus ihnen für einen bestimmten Wert der Stromstärke die zusammengehörigen Werte der Elektrodenspannung und des Elektrodenabstandes entnimmt. Auf diese Weise wurde Fig. 7 erhalten. Verbindet man die Punkte in Fig. 7 in erster Annäherung durch die lineare Relation $V = C + g.l$, so ergiebt sich folgendes.

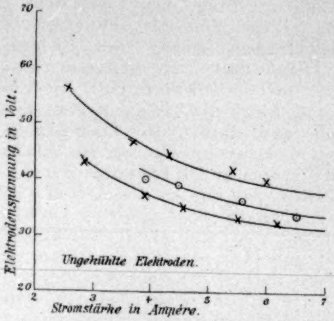


Fig. 5.

Für heisse ungekühlte Elektroden ist der Wert des Spannungsgefälles g (Spannungsdifferenz auf 1 cm) in der Lichtsäule

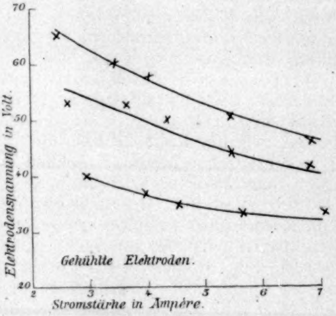


Fig. 6.

kleiner als für gekühlte Elektroden. Dies erklärt sich daraus, dass die Abkühlung eine Verringerung der Dampfmenge in der positiven

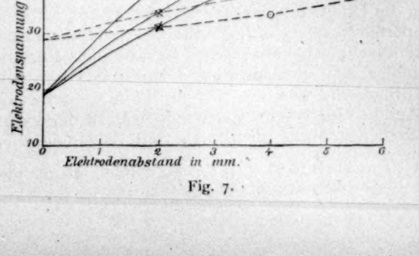


Fig. 7.

Lichtsäule zur Folge hat. Aus dem gleichen Grunde erklärt sich das schnelle Anwachsen der Elektrodenspannung der Lichtsäule bei kleiner Stromstärke mit weiterem Sinken derselben; mit abnehmender Stromstärke nimmt nämlich die Verdampfung der Elektroden und damit die Dampfmenge ab und infolgedessen wächst das Spannungsgefälle g in der Lichtsäule; dieses ist um so kleiner, je grösser die Stromstärke ist.

Die Konstante C in der Lichtbogengleichung $V = C + g.l$ ist für heisse Elektroden grösser als für gekühlte. Dies erklärt sich daraus, dass der Anodenfall a und somit die innere elektromotorische Kraft an der Anode durch Erniedrigung der Temperatur der Anode verringert wird. Eine derartige Abnahme der Konstanten C bei Abkühlung der Anode haben auch Ch. R. Cross und W. E. Shepard (a. a. O.) gefunden. In ihren Beobachtungen war bei gewöhnlicher Versuchsanordnung mit Kohlenelektroden $C = 39$, bei Erhöhung der Anodentemperatur $C = 46{,}9$, bei Abkühlung der Anode $C = 5{,}6$ Volt.

§ 5. Deformation der Elektrodenoberfläche durch den Lichtbogen; Druck im Gleichstromlichtbogen. — Brennt man den Lichtbogen zwischen Kohlenstiften, die nach der in § 4 beschriebenen Methode gekühlt werden, verringert man also die Oxydation durch den umgebenden Sauerstoff, oder lässt man ihn noch besser in Kohlensäure brennen, so gräbt sowohl die kathodische wie die anodische Strombasis sich kraterförmig in die Kohle. Durch die Abkühlung ist nämlich die Destillation der Kohle von der sonst sehr heissen positiven Kohle nach der Kathode reduziert; infolgedessen kann die Verdampfung in der hochtemperierten kathodischen Strombasis unverdeckt ebenfalls in der Ausbildung eines Kraters sich kund thun.

Dass im Vakuum beim Quecksilberlichtbogen die Basis des kathodischen Lichtbüschels eine kleine Vertiefung in die Quecksilberoberfläche treibt, ist eine mehrfach beschriebene Erscheinung.[1]) Diese Depression erklärt sich daraus, dass infolge der hohen Temperatur in der kathodischen Strombasis hier eine intensive Verdampfung erfolgt und einen Überdruck gegenüber dem Gasdruck der Umgebung erzeugt; eben dieser Überdruck befördert den Metalldampf von der kathodischen Strombasis weg in die Lichtsäule hinein. Ist die ganze Anodenoberfläche des Quecksilberlichtbogens im Vakuum anodische Strombasis, so ist an allen Punkten infolge der Verdampfung der gleiche Überdruck vorhanden, und es ist an keiner Stelle der Anode eine solche Vertiefung wie an der kathodischen Strombasis wahrnehmbar. Wenn dagegen der grösste Teil der Anodenoberfläche mit fein verteiltem unschmelzbaren Oxyd bedeckt und dadurch die anodische Strombasis nur auf einen kleinen Bezirk beschränkt ist, so zeigt sich hier die gleiche Vertiefung wie an der kathodischen Basis infolge des Überdruckes in dem hervorbrechenden Dampfstrahl. Wie im Vakuum so tritt auch bei atmosphärischem Druck in der kathodischen Strombasis des Quecksilberlichtbogens jene Vertiefung auf und zeigt das Vorhandensein eines Überdruckes an. Sie tritt ebenfalls in der anodischen Strombasis bei atmosphärischem Druck auf, da sie in diesem Falle von vornherein nur auf einen kleinen Bezirk der Anodenoberfläche beschränkt ist. Wir haben die Beobachtungen bei atmosphärischem Druck an einer ebenen Quecksilberfläche von 6 cm Radius angestellt; der Strom wurde ihr von unten central zugeführt; dem Centrum gegenüber war ein Kohlenstift vertikal gegenübergestellt.

Es ist hier vielleicht der Ort, einige Bemerkungen über den Druck im Gleichstromlichtbogen zu machen zur Klärung der widersprechenden Ansichten und Beobachtungen über diesen Punkt. Nach den vorstehenden und den früheren Darlegungen über die Dampfentwicklung aus den Elektroden des Lichtbogens ist bei hoher Temperatur sowohl in der kathodischen wie in der anodischen Strombasis ein Überdruck von Dampf gegenüber dem Druck des umgebenden Gases vorhanden; dank diesem Überdruck vermag sich ein Dampfstrom sowohl von der Anode wie von der Kathode aus in den Zwischenraum zwischen die Elektroden zu ergiessen. Die Vertiefung in der anodischen und in der kathodischen Strombasis auf einer Quecksilberelektrode ist ebensosehr ein experimenteller Nachweis jenes Überdruckes wie das Hervorströmen der Dampfbüschel aus Anode und Kathode. Bringt man in der anodischen Strombasis ein kleines Loch an und führt von diesem weg central durch die Anode einen Kanal zur Flüssigkeitskuppe eines empfindlichen Manometers, so muss dieses einen Ausschlag im Sinne eines Überdruckes zeigen, solange das Loch von der weissglühenden Dampf aussendenden anodischen Strombasis des Lichtbogens umgeben ist. In der That haben Dewar[1]), Child[2]) und Mitkevitch[3]) auf diese Weise einen Überdruck in der anodischen Strombasis konstatieren können. Bei Anwendung der vorstehenden manometrischen Methode auf die kathodische Strombasis sind zwei Fälle zu unterscheiden. Ist erstens die Stromstärke und damit die kathodische Stromdichte so gross, dass

1) J. Stark u. M. Reich, diese Zeitschr. **4**, 321, 1903; J. Stark, diese Zeitschr. **4**, 440, 1903.

1) Dewar, Chem. News **45**, 37, 1882.
2) Child, Phys. Rev. **10**, 151, 1900.
3) Mitkevitch, Journ. russ. phys.-chem. Ges. 1903, 507.

das zum Manometer führende Loch rings von der weissglühenden Dampf aussendenden kathodischen Strombasis umgeben ist, so muss auch in diesem Falle das Manometer einen Überdruck anzeigen; und in der That fand Dewar für diesen Fall (Zuspitzung der Kathode) einen Überdruck. Wenn dagegen zweitens die kathodische Strombasis nur einen Teil des Lochrandes umfasst, so wirkt der aus ihr hervorbrechende Dampfstrahl aspirierend auf das Manometer, dieses kann dann statt eines Überdruckes eine Druckverminderung anzeigen; eine solche fand Dewar in der That in einigen seiner Beobachtungen angedeutet.

Es bleibt zum Schluss noch zu erwähnen, welche Deformation der Lichtbogen an der Oberfläche einer flüssigen elektrolytischen Elektrode hervorbringt. In unseren Versuchen über den Lichtbogen zwischen einer Kohlenkathode und einer Zinksulfatlösung als Anode, grub der Wasserdampf, welcher aus der anodischen Strombasis hervorbrach, immer eine Vertiefung in die flüssige Oberfläche. War die Lösung Kathode, so zeigte sich unter der genäherten stiftförmigen Anode eine Erhebung der Oberfläche infolge der elektrischen Kraft, auch wenn kein Strom überging. Wurde ein Glimmstrom zwischen der elektrolytischen flüssigen Kathode und der festen Anode hergestellt, so war ebenfalls noch eine schwache Erhebung der kathodischen Strombasis wahrzunehmen, offenbar ebenfalls infolge der grossen elektrischen Kraft an der Kathodenfläche des Glimmstromes.[1])

Herrn Professor Riecke, der die vorstehende Untersuchung ermöglicht hat, sagen wir auch an dieser Stelle unseren ergebensten Dank.

1) Warburg, Wied. Ann. **45**, 1, 1892.

Göttingen, 14. Februar 1904.

(Eingegangen 25. Februar 1904.)

Ein neuer messender Detektor für elektrische Wellen.

Von L. Heathcote Walter.

Das Fehlen eines befriedigenden messenden Detektors für elektrische Schwingungen ist so oft betont worden, dass eine Beschreibung des neuen Oszillationsgalvanometers, welches ich in Gemeinschaft mit Herrn Prof. J. A. Ewing, F. R. S., entworfen habe, jedenfalls von Interesse sein wird.

Dieses Instrument unterscheidet sich von allen bisher erfundenen Detektoren dadurch, dass die Schwingungen ihr Vorhandensein direkt und sichtbar durch eine mechanische Bewegung angeben, welche ihrer Intensität proportional ist — gerade wie ein Galvanometer auf einen kontinuierlichen Strom anspricht —, und ferner dadurch, dass solche quantitative Ablesungen sich direkt erhalten lassen über einen praktisch unbegrenzten Bezirk, ohne irgendwelche Änderung an den Luftdrähten oder anderen leitenden Massen, die zum Auffangen der Wellen verwandt werden.

Prof. Fessendsen betonte vor einiger Zeit die Unmöglichkeit, aus den Schwingungen, wegen deren ausserordentlich hoher Frequenz, eine direkte mechanische Bewegung zu erhalten. Verwendet man eine äussere Quelle (ein Drehfeld) zur Lieferung der Energie, und benutzt man die neue Eigenschaft, welche ich entdeckt habe — (dass nämlich, wenn solche Schwingungen längs eines magnetischen Drahtes verlaufen, welcher seinerseits unter dem Einfluss eines magnetischen Drehfeldes steht, alsdann die Hysteresis ausserordentlich wächst, da die Wirkung der Schwingungen darin besteht, mehr von dieser von aussen geleisteten Energie ausnutzen zu lassen) —, so wird diese Schwierigkeit überwunden; es wird dann nämlich die gleiche Wirkung erzielt, und zwar in bedeutend höherem und ausgedehnterem Masse, als wenn die direkten elektrodynamischen Wirkungen der Schwingungen benutzt würden. Das Instrument beruht, wie schon betont, auf der Zunahme der Hysteresis (im Sinne entgegen geleisteter Arbeit), die in einer Spule von Stahldraht erzeugt wird, welche in einem Drehfelde sich befindet, wenn Schwingungen durch den Draht selbst geschickt werden; solche Schwingungen erzeugen nämlich einen oszillierenden Cirkularmagnetismus, welcher sich der variablen longitudinalen Magnetisierung superponiert. Das Prinzip und die Vorversuche, welche zum Entwurf des gegenwärtigen Instruments führten, sind von Herrn Dr. Ewing und mir in einer Arbeit „A new method of Detecting Electrical Oscillations“ beschrieben worden, welche wir der Royal Society in London am 11. Februar 1904 vorgelegt haben.

Kurz gesagt ist das Instrument eine Anwendung des Ewingschen Apparats zur Untersuchung der Hysteresis, und zwar ist in diesem Falle das Prüfstück feststehend, und das Magnetfeld kreist von einem Elektromotor getrieben. Die Spule ruht auf Edelsteinzapfen und wird durch eine Gegenfeder verhindert, dem Felde zu folgen. Die Wicklung auf der Spule ist durch Bifilarwicklung so nahezu induktionsfrei gemacht wie möglich und besteht aus einer Anzahl Windungen aus sehr feinem, isoliertem Stahldraht; die Ebene der Windungen steht senkrecht auf der Achse der Spule. Die Spule ist in Petroleum oder dickeres Mineralöl gebettet, je nach dem gewünschten Betrage der Dämpfung, wobei das Öl auch dazu dient, die Ablenkung stetig zu machen und die Isolation zu

verbessern. Das Instrument ist von zwei Gesichtspunkten zu betrachten, deren Anforderungen einigermassen verschiedene sind. So wird für physikalische Messungen und für Messzwecke im allgemeinen das Instrument mit einem permanenten Magnetsystem für das Feld versehen, und die Ablenkungen werden mittels Lichtzeigers und Skala gemacht, wobei ein Spiegel auf der Achse der Spule befestigt ist. Ist der Apparat in Thätigkeit, so ist eine stetige Ablenkung vorhanden, welche von der normalen Hysteresis herrührt, und der Lichtzeiger kann auf irgendeinem Skalenteil in Nullstellung gesetzt werden. Wird die Spule nun von Schwingungen getroffen, so giebt sie einen Ausschlag in derselben Richtung wie der von der normalen Hysteresis herrührende (gleiche Feldrichtung) und kehrt in die Nullstellung zurück, sobald die Schwingungen aufhören.

Das Instrument kann jede gewünschte Empfindlichkeit erhalten, zunächst dadurch, dass man der Spule und den Drahtwindungen geeignete Proportionen giebt. So wird für Messungen in der Nähe eines Funkeninduktors eine sehr kleine Spule und ein kurzer Draht von grösserem Durchmesser und kleinerem Widerstand ausreichen, und mit solchem Drahte kann eine höhere Isolation erreicht werden. Für andere Zwecke, wo ein geringer Widerstand wünschenswert sein kann, kann das Instrument mit einer Spule ausgerüstet werden, welche mit einer entweder an der Spule selbst oder ausserhalb derselben befestigten Kupferprimären versehen ist; durch diese müssen die Schwingungen gehen; dabei üben sie eine induzierende Wirkung aus auf die magnetische Wicklung, welche in solchem Falle induktiv gewickelt und in sich selbst geschlossen sein muss. Verschiedene Modifikationen solcher Wicklungen sind in der Spezifikation zum D. R. P. 148840 angegeben, so dass eine Beschreibung derselben hier überflüssig ist. Ein Instrument, welches mit einer Spule von höchster Empfindlichkeit versehen ist, kann übrigens auch für solche Messungen verwandt werden bei Anwendung eines Shuntkreises; in solchem Falle kann man eine Empfindlichkeit von gleicher Grössenordnung wie die eines gewöhnlichen Kohärers erreichen.

Für einen Empfänger für drahtlose Telegraphie sind die Anforderungen etwas andere; Empfindlichkeit (innerhalb gewisser Grenzen) und schnelles Ansprechen bilden hier die Haupterfordernisse. Jede Form von Rekorder-Apparaten kann durch die Bewegungen der Spule bethätigt werden; eine Syphonrekorder-Anordnung wurde mit befriedigenden Ergebnissen angewandt. Die für diesen Zweck benutzten Schwingungen haben auch eine viel grössere Wellenlänge und machen daher im Falle direkt erregender Verbindung (für die besten Resultate) die Anwendung beträchtlicher Drahtlängen auf der Spule erforderlich. Benutzt man einen

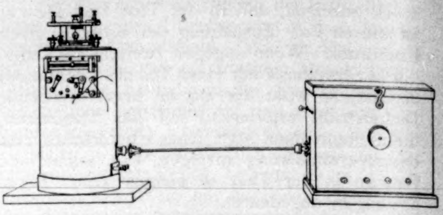


Fig. 1.

Transformator oder eine Shuntverbindung, so sind die Bedingungen andere. Ich hoffe, in kurzer Zeit in der Lage zu sein, die Resultate

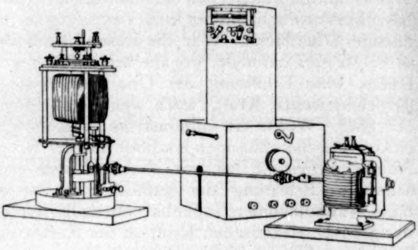


Fig. 2.

von Versuchen mit dieser Verbindung zu veröffentlichen. Die Figuren zeigen einen Typus des Instruments, bei dem ein Elektromagnet

Fig. 3.

das Drehfeld liefert. In Figur 1 ist das ganze Instrument angegeben. In Figur 2 sind die äusseren Hüllen entfernt, um das Magnetsystem und das Innere des Motors zu zeigen. Figur 3 zeigt die Spule in ihrer Zelle.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 29. Februar 1904.)

Über das ultrarote Absorptionsspektrum einiger organischer Flüssigkeiten.[1])

Von Max Iklé.

I. Historisches.

Im Jahre 1895 untersuchte Herr Friedel[2]) eine grosse Anzahl organischer Flüssigkeiten auf ihre Wärmedurchlässigkeit hin und gelangte u. a. zu dem Schlusse, dass bei der Substitution gewisser Atome bezw. Atomgruppen durch gewisse andere die Diathermanität einer Substanz jedesmal in ganz bestimmtem Sinne geändert wird. Besonders fand er sie stets beträchtlich erhöht, wenn an Stelle von Wasserstoff, Sauerstoff, Hydroxyl oder Stickstoff ein Halogen- oder Schwefelatom eingeführt wird. An diese Friedelschen Untersuchungen knüpfte alsdann Herr Zsigmondy[3]) einige Betrachtungen über den Zusammenhang zwischen der chemischen Natur einer Substanz und ihrem Durchlässigkeitsvermögen für Wärmestrahlen.

Herr Friedel beschränkte sich darauf, die Intensität der gesamten durchgelassenen Wärmestrahlung zu messen. Die von ihm benutzte Strahlungsquelle war ein Eisenblock von der Temperatur $393{,}5^0$ C.[4]) Die Wellenlänge maximaler Intensität dieser Quelle bestimmte er zu $4{,}03\ \mu$.[5]) Für den schwarzen Körper von der in Rede stehenden Temperatur würde sich ergeben:

$$\lambda_{Max} = \frac{2940}{393{,}5 + 273} = 4{,}4\ \mu,$$

also nicht wesentlich verschieden von dem von Herrn Friedel beobachteten Wert. — Aufschlüsse über die intramolekularen Verhältnisse der untersuchten Verbindungen lassen sich nur dadurch gewinnen, dass man, worauf auch schon Herr Zsigmondy hinweist[6]), zu spektraler Zerlegung der Wärmestrahlung übergeht.

Auf Anregung des Herrn Geheimrat Warburg untersuchte ich im physikalischen Institut der Berliner Universität während des Sommers 1902 und des folgenden Winters eine Anzahl von Flüssigkeiten nach dieser Seite hin. Über das Ergebnis dieser Versuche soll hier berichtet werden.

II. Methode, Apparate, Versuchsanordnung.

Als Wärmequelle diente mir Zirkonlicht, und zwar ein Brenner von Max Wolz in Bonn, auf dessen Vorzüge gegenüber dem Linnemann-Brenner ich hier hinweisen möchte. Dieselben bestehen einerseits in der grösseren Intensität der Strahlung, andrerseits in der nicht unerheblichen Ersparnis an Sauerstoff und Glühkörpern. Auch arbeitet der Brenner innerhalb ziemlich weiter Grenzen der Einstellung so gut wie völlig geräuschlos. Durch einen in die Gasleitung eingeschalteten Regulator und ein Regulierventil an der Sauerstoffbombe gelang es, bis fast zur vollständigen Leerung der Bombe hinreichende Konstanz der Strahlungsintensität zu erreichen.

Im übrigen war die optische Anordnung die gleiche, wie sie von früheren Beobachtern häufig angewandt und u. a. von Herrn Aschkinass[1]) beschrieben ist. Als Prisma diente ein gutes Fluoritprisma. Die Berechnung der Wellenlängen erfolgte auf Grund der von Herrn Paschen[2]) als „beobachtet" angegebenen Brechnungsexponenten und des ein für alle Male festgelegten Einfallswinkels. Die Messung der Strahlungsintensität geschah mittels einer Rubensschen linearen Thermosäule[3]) und eines du Bois-Rubensschen Panzergalvanometers.[4])

Die Breite des bilateral verstellbaren Spektrometerspaltes wurde stets so gewählt, dass bei möglichst geringer Spaltöffnung noch messbare Intensitäten die Thermosäule trafen. Die höchste benutzte Spaltbreite war so gross, dass bei Beleuchtung des Spaltes mit Natriumlicht das Spaltbild gerade die ganze Breite der Thermosäule ausfüllte. Diese beträgt rund 10′ 30″ am Spektrometerteilkreise.

Die Konstruktion des Absorptionsgefässes war die folgende: Die zu untersuchende Flüssigkeitsschicht befand sich zwischen zwei planparallelen Flussspatplatten von 2,625 bezw. 2,790 mm Dicke und 25 mm Flächenradius, welche von der Firma Carl Zeiss in Jena bezogen waren. Die seitliche Begrenzung der Flüssigkeitsschicht wurde durch einen planparallelen Glasring gebildet, und zwar kamen — je nach Bedarf — drei Ringe von 9,997, 2,167 und 1,007 mm Höhe (im folgenden mit *A*, *B*, *C* bezeichnet) zur Anwendung. Die Glasringe waren von der Firma Franz Schmidt & Haensch in Berlin angefertigt.

Um die Flussspatplatten und den Glasring aneinander zu pressen, bediente ich mich einer ähnlichen Vorrichtung, wie sie Herr Aschkinass[5]) beschrieben hat: Ein cylindrisches Messinggefäss, dessen Endflächen zu kreisrunden Diaphragmen ausgebildet sind, besteht aus zwei ineinander zu schraubenden Hälften. Die Innenseite des

1) Auszug aus der Berliner Inaugural-Dissertation.
2) Ch. Friedel, Über die Absorption der strahlenden Wärme durch Flüssigkeiten. — Wied. Ann. **55**, 453—478, 1895.
3) R. Zsigmondy, Über die Absorption der strahlenden Wärme durch Flüssigkeiten. — Wied. Ann. **57**, 639—645, 1896.
4) Ch. Friedel, a. a. O., S. 463.
5) Ch. Friedel, a. a. O., S. 467.
6) R. Zsigmondy, a. a. O., S. 644—645.

1) E. Aschkinass, Wied. Ann. **55**, 403—404, 1895.
2) F. Paschen, Wied. Ann. **56**, 762—767, 1895.
3) H. Rubens, Ztschr. f. Instrk. **18**, 65—69, 1898.
4) H. du Bois und H. Rubens, Ztschr. f. Instrk. **20**. 65 ff. 1900.
5) E. Aschkinass, Wied. Ann. **55**, 406—407, 1895.

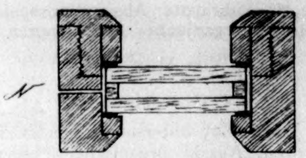
einen Diaphragmas dient beim Einfüllen als Auflage für die eine Flussspatplatte. Auf letztere wird der Glasring gelegt, die zu untersuchende Flüssigkeit eingefüllt, mit der anderen Platte verschlossen und die andere Hälfte des Messingcylinders aufgeschraubt. Zwischen Flussspatplatten und Metall wurden Lederringe eingeschaltet, um die Platten, ohne sie zu zerbrechen, fest an den Glasring pressen zu können. Bei Anwendung der flacheren Glasringe *B* oder *C* wurden ausserdem ringförmige Messingeinlagen benutzt, um die lichte Höhe des Messinggefässes auszufüllen.

Um einem Verdunsten der Absorptionsflüssigkeit vorzubeugen, wandte ich, nachdem verschiedene Kitte und Klebemittel zu Verunreinigung der Flüssigkeiten geführt hatten und deshalb hatten verworfen werden müssen, auch die von Herrn Ransohoff geübte Dichtung mit getränkter Watte[1]) sich nicht gut bewährt hatte, folgendes sehr einfache Verfahren an: Die Wand des Messinggefässes erhielt zwei Bohrungen, in welche eingeschliffene Messingstopfen passten. War nun das Absorptionsgefäss gefüllt und das Messinggehäuse verschraubt, so wurde durch eines dieser Bohrlöcher mittels Pipette oder Kapillartrichters von der zu untersuchenden Flüssigkeit so viel eingefüllt, dass der zwischen dem Glasring und der Metallwand befindliche Hohlraum vollständig mit derselben gefüllt war, was an dem Ausfliessen aus dem andern Bohrloch zu erkennen war. Dann wurden beide Stopfen fest eingesetzt und das Ganze auf dem Schlitten befestigt. Von Zeit zu Zeit wurde von der Flüssigkeit etwas nachgefüllt. Dieses Verfahren hat sich ausgezeichnet bewährt. Es ist damit jede Verunreinigung der zu prüfenden Substanz durch ein Dichtungsmittel ausgeschlossen. Nur in zwei oder drei Fällen machte die ölartige Beschaffenheit der Flüssigkeit es erforderlich, beim Füllen um die untere Flussspatplatte und den Glasring einen Kautschukring zu legen, da sonst der Glasring von der Platte seitlich abglitt. In solchen Fällen versicherte ich mich jedoch zuvor stets durch eine Probe davon, dass der Kautschuk von der betreffenden Flüssigkeit nicht angegriffen wurde.

Die Figur zeigt einen diametralen Durchschnitt durch das Absorptionsgefäss und die Messinghülle in voller Grösse. Es ist der Glasring *B* eingelegt. Bei *N* ist das eine Bohrloch angegeben.

Nach jeder Versuchsreihe wurden die Flussspatplatten und der Glasring, sowie die Messingteile und die Lederscheibchen, nach dem Vorgange Friedels zwecks Reinigung reichlich mit Tetrachlorkohlenstoff gespült. Darauf spülte ich die Platten und den Glasring stets noch gründlich mit der demnächst zu untersuchenden Flüssigkeit, und dann erst füllte ich mit einem frischen Quantum der neuen Substanz. Ich glaube, hierdurch die grösstmögliche Garantie dafür gewonnen zu haben, dass ich stets Flüssigkeitsschichten untersuchte, die durch keinerlei fremde Beimengungen verunreinigt waren.

1) Max Ransohoff, Über die Verteilung des Absorptionsvermögens einiger einfacherer Kohlenstoffverbindungen im ultraroten Gebiete des Spektrums. Inaug.-Diss., Berlin 1896. S. 10.



III. Versuche und Ergebnisse.

Ich wandte mich zunächst zur Untersuchung des Einflusses, den die Substitution von Halogenen auf das Wärmeabsorptionsspektrum ausübt. Herr Friedel zieht aus den von ihm gewonnenen Daten als erste Folgerung: „Jedesmal, wenn in einer chemischen Verbindung unter sonst gleichen Umständen Wasserstoff, Sauerstoff, Hydroxyl und Stickstoff durch Schwefel oder Halogene ersetzt werden, steigt die Wärmedurchlässigkeit der Verbindungen um ein Beträchtliches."[1]) Von den Substanzen, die Herr Friedel zum Beweise hierfür anführt, untersuchte ich folgende Gruppen:

a) Methylenchlorid $CH_2\,Cl_2$,
Chloroform $CH\,Cl_3$,
Tetrachlorkohlenstoff $C\,Cl_4$;
b) Methyljodid $CH_3\,J$,
Methylenjodid $CH_2\,J_2$;
c) Äthylalkohol $C_2\,H_5\,OH$,
Äthylbromid $C_2\,H_5\,Br$.

Ich fügte noch als vierte Gruppe hinzu:

d) Äthylalkohol $C_2\,H_5\,OH$,
Äthyljodid $C_2\,H_5\,J$.

In den Tabellen 1 bis 5 dieses Abschnittes giebt die erste Kolumne die Wellenlängen in $\mu\mu$ an; die zweite Kolumne enthält die Diathermanität D_1 des halogenreicheren Stoffes in Prozenten der ohne Absorption auf die Thermosäule fallenden Strahlungsenergie. In der dritten Spalte findet sich ebenso die prozentuale Diathermanität D_2 der halogenärmeren Flüssigkeit. Die vierte Spalte endlich zeigt das Verhältnis der beiden Diathermanitäten an mit der Massgabe, dass die Diathermanität der halogenreicheren Verbindung immer gleich 100 gesetzt wurde.

Ist die ohne Absorption auf die Thermo-

1) Ch. Friedel, a. a. O., S. 471.

säule fallende Strahlungsenergie $\mathfrak{J}_0$, die durch die Flüssigkeit (1) bei der Schichtdicke d durchgelassene Strahlung $\mathfrak{J}_1$, die nach der Absorption auf die Thermosäule fallende $\mathfrak{J}'_1$, und der Extinktionskoeffizient für die Flüssigkeit (1) a_1, so ergiebt sich:

$$\mathfrak{J}_1 = \mathfrak{J}_0 e^{-a_1 d} = \frac{\mathfrak{J}'_1}{(1-r)^2},$$

wo bekanntlich:

$$r = \left(\frac{n_\lambda - 1}{n_\lambda + 1}\right)^2$$

ist, und unter der prozentualen Diathermanität D_1 ist zu verstehen die Grösse:

$$D_1 = \frac{\mathfrak{J}_1}{\mathfrak{J}_0} = \frac{\mathfrak{J}'_1}{\mathfrak{J}_0}\,\frac{1}{(1-r)^2},$$

in Prozenten von $\mathfrak{J}_0$ angegeben.

Hierbei ist die vollständige Diathermanität der Fluoritplatten für den untersuchten Spektralbezirk angenommen, eine Annahme, deren Berechtigung durch Vorversuche nachgewiesen worden war.

In den Tabellen ist nur $\frac{D_2}{D_1}$ angegeben. Andere Darstellungsweisen, die ich versucht hatte, erwiesen sich nicht als nützlich.

Die Thermosäule wurde bei meinen Versuchen nicht von einem homogenen Strahlenbündel getroffen, da sie eine gewisse Breite im Spektrum einnahm. Wie oben angegeben, betrug ihre Breite 10′30″ des Teilkreises, was je nach der Stellung im Spektrum einer Spektralbreite von 60 $\mu\mu$ bis 300 $\mu\mu$ entspricht. Die Dispersion für den ganzen Spektralbereich von 589 $\mu\mu$ bis 8840 $\mu\mu$ betrug 8°30′.

Aus diesem Grunde giebt es, wie bereits Puccianti betont hat, „keine Möglichkeit, wenn die prozentuale Durchlässigkeit eines Körpers für ein bestimmtes inhomogenes Strahlenbündel bei einer gewissen Schichtdicke gegeben ist, diejenige Durchlässigkeit zu berechnen, welche derselbe Körper für dasselbe Strahlenbündel bei einer andern Schichtdicke haben würde.

Und nicht genug hiermit. Wenn man eine Reihe von Körpern, welche alle bei derselben Schichtdicke, z. B. s, untersucht worden sind, nach wachsender Durchlässigkeit ordnet, und dann alle Körper bei einer andern Schichtdicke s' untersucht, so kann es sehr wohl geschehen, dass in der neuen Reihe, die ebenfalls nach wachsender Durchlässigkeit angeordnet ist, einige Körper nicht mehr den Platz behalten, den sie in der früheren Reihe hatten; übrigens lassen, da Herr Friedel seine Untersuchungen mit verschiedenen Schichtdicken gemacht hat, seine Resultate einige Beispiele dieses Stellungswechsels sehen." [1])

[1]) L. Puccianti, Spettri di Assorbimenti di Liquidi nell'Ultrarosso. — Nuovo Cim. (4), 11, 1900. Daselbst S. 7. Diese Zeitschrift 1, 49, 1899.

Bei der Vergleichung der Spektren der Gruppe Methylenchlorid, Chloroform, Tetrachlorkohlenstoff erwies es sich daher als notwendig, das Chloroform in zwei verschiedenen Schichtdicken zu untersuchen, um sowohl für Methylenchlorid als auch für Tetrachlorkohlenstoff vergleichbare Zahlen zu erhalten.

Tabelle 1.

Ring B, Schichtdicke 2,167 mm

λ	D_{CHCl_3}	$D_{CH_2Cl_2}$	$\frac{D_{CH_2Cl_2}}{D_{CHCl_3}}$
884 $\mu\mu$	98,0 Proz.	98,1 Proz.	100,1 Proz.
1085 „	98,0 „	94,2 „	96,3 „
1270 „	97,9 „	92,7 „	94,7 „
1470 „	94,8 „	86,4 „	91,1 „
1670 „	90,3 „	79,5 „	88,0 „
1916 „	90,4 „	80,0 „	88,6 „
2063 „	90,9 „	71,0 „	78,1 „
2260 „	79,8 „	48,3 „	60,5 „
2450 „	73,3 „	40,1 „	54,7 „
2652 „	63,5 „	24,2 „	38,1 „
2850 „	65,9 „	14,4 „	21,8 „
3045 „	58,2 „	10,8 „	18,6 „
3241 „	26,4 „	4,5 „	17,0 „
3435 „	41,4 „	7,0 „	16,9 „
3640 „	73,8 „	27,1 „	36,8 „
3830 „	80,2 „	40,2 „	50,1 „
4025 „	44,6 „	32,7 „	73,3 „
4220 „	39,9 „	24,8 „	62,1 „
4220 „	70,0 „	42,7 „	38,5 „
4615 „	86,0 „	43,5 „	50,6 „
4815 „	92,7 „	58,6 „	63,2 „
5010 „	84,4 „	66,9 „	79,3 „
5205 „	81,4 „	72,9 „	89,4 „
5400 „	59,0 „	78,0 „	87,7 „
5600 „	86,5 „	72,1 „	83,5 „
5800 „	91,1 „	72,2 „	79,3 „
6095 „	73,9 „	46,9 „	63,5 „
6295 „	55,2 „	45,6 „	82,6 „
6482 „	47,8 „	45,6 „	95,4 „
6680 „	55,1 „	50,9 „	92,2 „
6880 „	62,0 „	51,9 „	83,7 „
7072 „	53,1 „	34,7 „	65,3 „
7275 „	49,1 „	11,0 „	22,4 „
7465 „	31,1 „	10,5 „	33,8 „
7660 „	27,3 „	10,8 „	39,6 „
7860 „	13,1 „	10,5 „	80,2 „
8055 „	15,5 „	14,2 „	91,6 „
8255 „	22,1 „	17,4 „	78,7 „

Tabelle 2.

Ring A, Schichtdicke 9,997 mm

λ	D_{CCl_4}	D_{CHCl_3}	$\frac{D_{CHCl_3}}{D_{CCl_4}}$
884 $\mu\mu$	99,7 Proz.	98,5 Proz.	98,7 Proz.
1085 „	95,8 „	94,6 „	98,7 „
1270 „	100,0 „	91,3 „	91,3 „
1470 „	99,5 „	86,0 „	86,4 „
1670 „	96,9 „	80,3 „	82,9 „
1916 „	98,9 „	78,7 „	79,6 „
2063 „	98,5 „	81,6 „	82,8 „
2260 „	99,1 „	63,0 „	63,6 „
2450 „	99,5 „	50,9 „	51,2 „
2652 „	94,4 „	36,0 „	38,2 „
2850 „	94,7 „	34,3 „	36,2 „
3045 „	92,5 „	30,4 „	32,9 „

Ringscheibe *A*, Schichtdicke 9,997 mm

λ	D_{CCl_4}	D_{CHCl_3}	$\frac{D_{CHCl_3}}{D_{ClC_4}}$
3241 μμ	93,4 Proz.	11,8 Proz.	12,6 Proz.
3435 „	90,5 „	16,5 „	18,2 „
3640 „	92,4 „	45,1 „	48,8 „
3830 „	94,7 „	53,6 „	56,6 „
4025 „	91,8 „	22,2 „	24,2 „
4220 „	73,4 „	20,1 „	27,4 „
4420 „	59,9 „	30,5 „	50,9 „
4615 „	89,8 „	54,5 „	60,7 „
4815 „	80,6 „	78,1 „	96,9 „
5010 „	62,1 „	58,0 „	93,4 „
5205 „	69,1 „	54,4 „	78,8 „
5400 „	56,7 „	60,7 „	107,1 „
5600 „	81,5 „	57,6 „	70,7 „
5800 „	89,8 „	64,5 „	71,8 „
6095 „	46,6 „	35,5 „	76,1 „
6295 „	28,5 „	16,5 „	57,9 „
6482 „	29,2 „	26,3 „	90,1 „
6680 „	39,3 „	32,9 „	83,7 „
6880 „	71,1 „	38,6 „	54,3 „
7072 „	82,5 „	26,3 „	31,9 „
7275 „	85,8 „	11,7 „	13,6 „
7465 „	69,5 „	4,7 „	6,8 „
7660 „	44,8 „	6,0 „	13,4 „
7860 „	14,2 „	5,3 „	37,3 „
8055 „	14,8 „	8,0 „	54,1 „
8250 „	14,5 „	8,8 „	60,7 „

Tabelle 3.

Ring *B*, Schichtdicke 2,167 mm

λ	$D_{CH_2J_2}$	D_{CH_3J}	$\frac{D_{CH_3J}}{D_{CH_2J_2}}$
884 Proz.	91,7 Proz.	95,0 Proz.	103,6 Proz.
1085 „	95,7 „	93,0 „	97,2 „
1270 „	94,0 „	89,3 „	94,9 „
1470 „	85,0 „	83,7 „	98,5 „
1670 „	80,1 „	76,8 „	95,9 „
1916 „	83,5 „	76,1 „	87,1 „
2063 „	78,4 „	71,8 „	91,6 „
2260 „	62,9 „	45,9 „	73,0 „
2450 „	48,3 „	35,3 „	73,1 „
2652 „	48,5 „	37,5 „	77,6 „
2850 „	49,0 „	41,5 „	84,7 „
3045 „	43,1 „	24,2 „	56,2 „
3241 „	16,1 „	9,2 „	57,4 „
3435 „	17,5 „	6,0 „	34,2 „
3640 „	48,1 „	21,2 „	44,1 „
3830 „	63,6 „	45,0 „	70,8 „
4025 „	50,8 „	32,3 „	63,5 „
4220 „	53,5 „	29,3 „	43,5 „
4420 „	35,9 „	19,2 „	53,4 „
4615 „	11,4 „	16,8 „	147,9 „
4815 „	12,0 „	29,9 „	250,1 „
5010 „	49,7 „	65,8 „	132,3 „
5205 „	59,9 „	70,3 „	117,2 „
5400 „	48,0 „	56,4 „	117,1 „
5600 „	53,6 „	24,7 „	46,1 „
5800 „	61,6 „	31,2 „	50,5 „
6095 „	71,6 „	21,1 „	34,0 „
6295 „	56,5 „	9,2 „	16,4 „
6482 „	58,0 „	10,9 „	18,7 „
6680 „	48,7 „	21,8 „	44,8 „
6880 „	39,5 „	26,0 „	65,8 „
7072 „	22,9 „	14,0 „	61,0 „
7275 „	8,8 „	7,3 „	83,2 „
7465 „	9,0 „	5,4 „	60,3 „
7660 „	21,8 „	5,1 „	23,4 „
7860 „	26,7 „	4,9 „	14,6 „
8055 „	16,6 „	5,6 „	33,6 „
8250 „	17,4 „	8,5 „	47,5 „

Tabelle 4.

Ring *C*, Schichtdicke 1,007 mm

λ	$D_{C_2H_5J}$	$D_{C_2H_5OH}$	$\frac{D_{C_2H_5OH}}{D_{C_2H_5J}}$
884 μμ	97,5 Proz.	97,1 Proz.	99,6 Proz.
1085 „	96,4 „	90,5 „	93,9 „
1270 „	94,9 „	86,0 „	90,6 „
1470 „	92,8 „	72,6 „	78,5 „
1670 „	85,1 „	65,2 „	76,7 „
1916 „	83,0 „	60,5 „	72,9 „
2063 „	79,5 „	52,3 „	65,8 „
2260 „	55,8 „	31,1 „	55,7 „
2450 „	44,2 „	18,9 „	44,2 „
2652 „	56,0 „	13,7 „	24,4 „
2850 „	60,5 „	4,2 „	6,7 „
3045 „	47,8 „	2,4 „	5,0 „
3241 „	19,2 „	—	—
3435 „	9,5 „	—	—
3640 „	23,7 „	—	—
3830 „	47,3 „	—	—
4025 „	50,1 „	—	—
4220 „	44,3 „	2,8 Proz.	6,4 Proz.
4420 „	49,7 „	4,7 „	9,4 „
4615 „	28,4 „	5,5 „	19,4 „
4815 „	62,3 „	12,3 „	19,8 „
5010 „	57,3 „	10,1 „	17,6 „
5205 „	40,8 „	4,4 „	10,8 „
5400 „	72,6 „	6,9 „	9,4 „
5600 „	71,8 „	4,4 „	6,2 „
5800 „	42,1 „	3,1 „	7,4 „
6095 „	43,7 „	—	—
6295 „	41,9 „	—	—
6482 „	23,9 „	—	—
6680 „	11,2 „	—	—
6880 „	11,0 „	—	—
7072 „	7,7 „	—	—
7275 „	6,6 „	—	—
7465 „	17,5 „	—	—
7660 „	19,4 „	—	—

Tabelle 5.

Ring *C*, Schichtdicke 1,007 mm

λ	$D_{C_2H_5Br}$	$D_{C_2H_5OH}$	$\frac{D_{C_2H_5OH}}{D_{C_2H_5Br}}$
884 μμ	98,1 Proz.	97,1 Proz.	99,0 Proz.
1085 „	96,0 „	90,5 „	94,3 „
1270 „	93,4 „	86,0 „	92,1 „
1470 „	91,3 „	72,6 „	79,5 „
1670 „	84,3 „	65,2 „	77,4 „
1916 „	82,1 „	60,5 „	73,7 „
2063 „	78,3 „	52,3 „	66,9 „
2260 „	53,7 „	31,1 „	58,0 „
2450 „	40,0 „	18,9 „	47,3 „
2652 „	40,6 „	13,7 „	33,7 „
2850 „	23,5 „	4,2 „	17,7 „
3045 „	20,4 „	2,4 „	11,7 „
3241 „	11,6 „	—	—
3435 „	6,8 „	—	—
3640 „	18,0 „	—	—
3830 „	49,0 „	—	—
4025 „	40,1 „	—	—
4220 „	41,4 „	2,8 Proz.	6,9 Proz.
4420 „	42,5 „	4,7 „	11,0 „
4615 „	49,1 „	5,5 „	11,2 „
4815 „	68,2 „	12,3 „	18,1 „
5010 „	58,8 „	10,1 „	17,0 „
5205 „	49,1 „	4,4 „	8,9 „
5400 „	75,2 „	6,9 „	9,1 „
5600 „	66,7 „	4,4 „	7,6 „
5800 „	45,9 „	3,1 „	6,8 „
6095 „	40,7 „	—	—

Ring C, Schichtdicke 1,007 mm			
λ	$D_{C_2H_5Br}$	$D_{C_2H_5OH}$	$\frac{D_{C_2H_5OH}}{D_{C_2H_5Br}}$
6295 „	34,6 „	—	—
6482 „	13,8 „	—	—
6680 „	6,5 „	—	—
6880 „	8,8 „	—	—
7072 „	6,4 „	—	—
7275 „	5,6 „	—	—
7465 „	7,8 „	—	—
7660 „	5,0 „	—	—

Es erschien mir fernerhin von Interesse zu sein, zu untersuchen, wie sich die von Herrn Friedel festgestellte Verschiedenheit in der Diathermanität isomerer Verbindungen [1]), bei spektraler Zerlegung darstellt. Ich verglich zu diesem Zwecke einerseits die Spektren von Äthyläther $(C_2H_5)_2O$ und Isobutylalkohol C_4H_9OH, andererseits von Äthylenchlorid CH_2ClCH_2Cl und Äthylidenchlorid CH_3CHCl_2. Die Tabellen 7 und 8 geben über die Gestalt dieser Spektren Aufschluss. Die erste Kolumne enthält wieder die Wellenlängen in $\mu\mu$, die zweite die Diathermanität des nach Friedel für die Gesamtstrahlung durchlässigeren Stoffes, die dritte die des andern, die vierte das prozentuale Verhältnis der beiden Diathermanitäten. Die Berechnung der Zahlen erfolgte wie in den Tabellen für die Substitution.

Tabelle 6.

Ring C, Schichtdicke 1,007 mm			
λ	$D_{(C_2H_5)_2O}$	$D_{C_4H_9OH}$	$\frac{D_{C_4H_9OH}}{D_{(C_2H_5)_2O}}$
884 $\mu\mu$	96,6 Proz.	97,9 Proz.	101,4 Proz.
1085 „	96,0 „	92,9 „	96,8 „
1270 „	93,4 „	87,7 „	94,0 „
1470 „	91,5 „	78,7 „	85,9 „
1670 „	77,3 „	65,5 „	84,7 „
1916 „	75,8 „	57,9 „	76,4 „
2260 „	44,5 „	35,1 „	78,8 „
2450 „	26,3 „	20,8 „	79,0 „
2652 „	19,3 „	14,6 „	75,4 „
2850 „	6,2 „	4,2 „	67,7 „
3045 „	5,1 „	—	—
3241 „	2,8 „	—	—
3435 „	1,7 „	—	—
3640 „	1,8 „	—	—
3830 „	7,3 „	—	—
4025 „	17,7 „	—	—
4220 „	19,4 „	4,3 Proz.	22,2 Proz.
4420 „	12,7 „	10,0 „	76,7 „
4615 „	17,7 „	13,3 „	75,2 „
4815 „	26,3 „	10,7 „	40,9 „
5010 „	17,0 „	14,5 „	68,1 „
5205 „	15,5 „	16,4 „	108,1 „
5400 „	35,1 „	15,6 „	44,3 „
5600 „	28,4 „	11,4 „	40,2 „
5800 „	21,0 „	7,9 „	36,7 „
6095 „	10,1 „	6,2 „	62,0 „
6295 „	16,0 „	6,9 „	42,9 „
6482 „	16,6 „	12,1 „	73,1 „
6680 „	25,0 „	22,2 „	88,9 „
6880 „	32,2 „	27,1 „	84,3 „
7072 „	18,0 „	12,8 „	71,0 „

1) Ch. Friedel, a. a. O., S. 474—475.

Tabelle 7.

Ring C, Schichtdicke 1,007 mm			
λ	$D_{CH_2ClCH_2Cl}$	$D_{CH_3CHCl_2}$	$\frac{D_{CH_3CHCl_2}}{D_{CH_2ClCH_2Cl}}$
884 $\mu\mu$	97,5 Proz.	95,9 Proz.	101,6 Proz.
1085 „	97,7 „	94,8 „	103,1 „
1270 „	96,3 „	94,2 „	102,3 „
1470 „	93,5 „	96,5 „	99,2 „
1670 „	87,7 „	87,5 „	100,2 „
1916 „	85,3 „	86,2 „	98,9 „
2063 „	82,0 „	86,2 „	95,1 „
2260 „	58,9 „	64,6 „	91,3 „
2450 „	47,2 „	54,2 „	79,5 „
2652 „	51,2 „	62,0 „	82,6 „
2850 „	60,7 „	64,0 „	94,9 „
3045 „	52,2 „	52,0 „	100,5 „
3241 „	22,0 „	28,4 „	77,6 „
3435 „	15,2 „	19,3 „	78,8 „
3640 „	39,4 „	46,2 „	85,4 „
3830 „	52,4 „	55,0 „	95,4 „
4025 „	40,2 „	34,5 „	116,5 „
4220 „	39,3 „	49,9 „	78,8 „
4420 „	44,0 „	66,6 „	66,1 „
4615 „	53,3 „	69,5 „	76,8 „
4815 „	71,5 „	59,2 „	120,9 „
5010 „	68,4 „	64,7 „	105,6 „
5205 „	77,7 „	72,9 „	106,5 „
5400 „	72,7 „	83,1 „	86,9 „
5600 „	77,1 „	69,3 „	112,7 „
5800 „	65,8 „	46,7 „	141,1 „
6095 „	59,1 „	62,7 „	94,3 „
6295 „	43,9 „	66,5 „	66,0 „
6482 „	31,3 „	65,1 „	48,0 „
6680 „	28,1 „	55,4 „	50,8 „
6880 „	36,0 „	61,0 „	59,0 „
7072 „	24,4 „	44,5 „	54,9 „
7275 „	18,3 „	26,3 „	69,5 „
7465 „	7,9 „	14,3 „	55,5 „
7660 „	9,1 „	15,3 „	59,8 „

Der Äthyläther war über Natrium destilliert von der Firma C. A. F. Kahlbaum bezogen und noch, um etwaiges Wasser zu beseitigen, mit Kupfersulfat, welches wasserfrei gemacht war, geschüttelt.

Endlich habe ich noch die Spektren von Bromoform und Schwefelkohlenstoff aufgenommen in der Absicht, möglicherweise Gesichtspunkte für die Beurteilung der Frage zu gewinnen, inwieweit die verschiedenen Diathermanitätsminima für bestimmte Elemente oder Gruppen charakteristisch seien. Diese Spektren sind in der Tabelle 8 wieder gegeben, welche in den beiden letzten Spalten die in der üblichen Weise berechneten prozentualen Diathermanitäten für die in der ersten Spalte verzeichneten Wellenlängen angiebt.

Tabelle 8.

Ring A, Schichtdicke 9,997 mm		
λ	D_{CHBr_3}	D_{CS_2}
884 $\mu\mu$	95,1 Proz.	95,1 Proz.
1085 „	93,1 „	93,2 „
1270 „	97,3 „	95,1 „
1470 „	84,9 „	97,4 „

Ring *A*, Schichtdicke 9,997 mm

λ	D_{CHBr_3}	D_{CS_2}
1670 μμ	81,1 Proz.	97,4 Proz.
1916 „	78,5 „	97,7 „
2063 „	78,9 „	97,8 „
2260 „	61,4 „	96,6 „
2450 „	46,4 „	97,5 „
2652 „	34,8 „	94,3 „
2850 „	20,6 „	93,2 „
3045 „	23,5 „	92,4 „
3241 „	9,1 „	82,1 „
3435 „	8,8 „	56,6 „
3640 „	34,7 „	58,2 „
3830 „	57,6 „	86,0 „
4025 „	45,3 „	88,7 „
4220 „	21,6 „	48,6 „
4420 „	12,3 „	5,8 „
4615 „	48,3 „	3,7 „
4815 „	71,2 „	26,5 „
5010 „	55,5 „	70,1 „
5205 „	41,2 „	63,7 „
5400 „	44,4 „	75,4 „
5600 „	22,3 „	79,9 „
5800 „	30,4 „	56,4 „
6095 „	52,4 „	19,8 „
6295 „	49,8 „	23,6 „
6482 „	61,9 „	51,6 „
6680 „	55,9 „	43,1 „
6880 „	57,6 „	51,6 „
7072 „	40,3 „	43,9 „
7275 „	14,0 „	32,5 „
7465 „	7,5 „	65,9 „
7660 „	12,5 „	65,0 „
7860 „	11,8 „	78,0 „
8055 „	8,5 „	69,2 „
8250 „	14,3 „	69,5 „
8450 „	13,6 „	69,7 „
8645 „	16,6 „	64,5 „
8840 „	25,5 „	55,1 „

Aus meinen Untersuchungen, wie sie durch vorstehende Tabellen dargestellt werden, ergiebt sich folgendes:

1. Wird in einer organischen Flüssigkeit Wasserstoff oder Hydroxyl durch ein Halogen ersetzt, so wird die Diathermanität der Flüssigkeit erhöht. Diese Erhöhung verteilt sich über das ganze ultrarote Spektrum und ist in der Regel am stärksten für die Wellenlängen geringster Diathermanität. Eine Ausnahme von dieser Regel zeigen Methyljodid und Methylenjodid bei 4615 μμ.

Eine Verschiebung der Minima infolge der Substitution von Halogenen, wie sie im sichtbaren Spektrum von Krüss[1]) und Oeconomides[2]) beobachtet wurde, liess sich hier unter den gegebenen Verhältnissen nicht sicher nachweisen.

2. Für die ultraroten Absorptionsspektren isomerer Flüssigkeiten lassen sich aus den gewonnenen Daten keinerlei Gesetzmässigkeiten herleiten. Die Kurven, welche die Zahlenreihen der zweiten und dritten Spalten dieser Tabellen wiedergeben, schneiden sich mehrfach.

Wenn Herr Friedel[1]) findet, dass die Durchlässigkeit im gleichen Sinne sich ändert wie das Atomvolumen, so mag das daraus zu erklären sein, dass gerade für das von Herrn Friedel benutzte Strahlenbündel für die angeführten Beispiele von Isomerie dieses Verhalten zutrifft. Herrn Friedels Strahlungsquelle war ein auf 393,5° C. erhitzter Eisenblock[2]), dessen Energiemaximum bei 4,03 μ gefunden wurde,[3]) (s. a. oben, S. 271).

3. Bezüglich der Zugehörigkeit der einzelnen Minima:

Alle von mir untersuchten Körper zeigen ein Diathermanitätsminimum bei 3435 μμ, zuweilen scheint dasselbe ein wenig gegen die kürzeren Wellenlängen hin verschoben bis 3240 μμ. Herr Julius findet[4]) das gleiche Minimum für alle von ihm untersuchten Kohlenwasserstoffe und schreibt es daher dem Radikal $C_n H_{2n+1}$ zu. Beim Schwefelkohlenstoff und beim Tetrachlorkohlenstoff findet Herr Julius dieses Minimum nicht. In meinen Tabellen tritt es jedoch beim Schwefelkohlenstoff deutlich auf, vielleicht ein wenig nach grösseren Wellenlängen hin verschoben; beim Tetrachlorkohlenstoff ist es jedoch nur so leise angedeutet, dass sein Vorhandensein allerdings nicht mehr mit Sicherheit gefolgert werden kann. Auf Grund meines oben geschilderten Verfahrens bei der Herrichtung des Absorptionsgefässes für jede einzelne Versuchsreihe glaube ich mit Sicherheit annehmen zu dürfen, dass eine Verunreinigung durch wasserstoffhaltige Substanzen bei meinen Versuchen ausgeschlossen war.

Hiernach erscheint es mir nicht unmöglich, dass dieses Minimum dem Kohlenstoff, auch ohne dass er an Wasserstoff gebunden sein muss, zugeschrieben werden dürfte.

Des weiteren fand ich bei den meisten Stoffen ein Minimum der Durchlässigkeit bei 5—5,2 μ, über dessen Natur und Ursprung ich nichts anzugeben vermag.

Die Jodide und die kohlenstoffreicheren Chloride haben ferner ein Minimum bei 2450 μμ, die Chloride sämtlich ein solches zwischen 4025 μμ und 4220 μμ, welches bei den Bromiden ein wenig gegen grössere Wellenlängen hin, bei den Jodiden noch mehr, bis 4615 μμ, verschoben auftritt. Die Jodide haben ein Minimum bei 5600 μμ. Chloroform und Bromoform zeigen zwei übereinstimmende Minima bei 5600 μμ und 8055 μμ.

1) G. Krüss, Ztschr. f. phys. Chem. **2**, 312—337, 1888. — Ztschr. f. phys. Chem. **18**, 559—563, 1895. — Chem. Ber. **22**, 2065, 1889.

2) G. Krüss und S. Oeconomides, Chem. Ber. **16**, 2051—2056, 1883; Chem. Ber. **18**, 1426—1433, 1885.

1) Ch. Friedel, a. a. O., S. 474.

2) Ch. Friedel, a. a. O., S. 462—463.

3) Ch. Friedel, a. a. O., S. 467—468.

4) W. H. Julius, Bolometrische Untersuchung einiger Absorptionsspektren im Hinblick auf ihren Zusammenhang mit intramolekularen Verhältnissen. — Verh. d. Ver. z. Förd. d. Gewerbefl. 1893, S. 231—279. — Daselbst S. 277—278.

Das von Herrn **Puccianti**[1]) als für die Alkohole charakteristisch bezeichnete Diathermanitätsminimum bei 2,1 μ konnte ich nicht konstatieren. Bei der Flachheit dieses Minimums und bei der von mir benutzten grossen Breite des Wellenlängengebietes ist diese Diskrepanz wohl erklärlich. Im übrigen fallen die von mir bei den Alkoholen beobachteten Diathermanitätsminima der Lage nach mit den von Herrn Ransohoff[2]) verzeichneten zusammen. Die Einzelheiten des von Herrn Ransohoff angegebenen Alkoholspektrums treten natürlich in meinen Tabellen nicht hervor, wie dies bei der grossen Verschiedenheit der Schichtdicken — die von mir benutzte betrug mehr als das Vierzehnfache der von Herrn Ransohoff angewandten — und bei der entsprechend grösseren Breite meines Strahlenbündels nicht anders zu erwarten war.

1) L. Puccianti, Nuovo Cim. (4) 11, 39, 1900.
2) M. Ransohoff, a. a. O., S. 29—31.

Keine der von mir untersuchten Flüssigkeiten folgt dem Maxwellschen Gesetz über die Beziehung zwischen dem Brechungsexponenten und der Dielektrizitätskonstanten. (Vgl. Inaug.-Diss. am Schluss.)

(Eingegangen 3. März 1904.)

BESPRECHUNGEN.

Emanuel Pfeiffer, Physikalisches Praktikum für Anfänger. Dargestellt in 25 Arbeiten. gr. 8. VIII und 150 S. mit 47 Abbildgn. Leipzig, B. G. Teubner. 1903. M. 3.60.

Das physikalische Praktikum kann nicht eine unveränderliche Schablone sein, der sich eine jede Lehranstalt und jeder Besucher zu unterwerfen hat. Es lassen sich nur wenig allgemein gültige Regeln für seinen Betrieb aufstellen. Zunächst muss von jedem Besucher des physikalischen Praktikums verlangt werden, dass er in einer Reihe von Aufgaben das langsame, genaue, jede Fehlerquelle berücksichtigende Arbeiten der wissenschaftlichen Forschung lernt; er muss angehalten werden, sich nicht mit der qualitativen Seite einer physikalischen Erscheinung zu begnügen, sondern ohne Rücksicht auf Zeitverlust sie quantitativ in mehrfach wiederholten Messungen zu studieren und die Konstanten ihres Gesetzes genau zu ermitteln. Nach Erledigung dieser ersten Aufgabe kann das Praktikum in einem schnelleren Tempo dem Besucher die Bekanntschaft mit einer grösseren Anzahl von Apparaten und Versuchsanordnungen vermitteln und ihn vor allem in elektrischen Schaltungen durch viele Variation geübt und selbständig machen.

Das vorliegende Buch sucht ausschliesslich der ersten Aufgabe des physikalischen Praktikums gerecht zu werden. Diese Einseitigkeit kann ihm nicht zum Vorwurf gemacht werden, um so mehr als jene Aufgabe des physikalischen Praktikums im Laboratorium leicht zu wenig berücksichtigt wird. Entsprechend dem Ziele, welches sich das Buch gesetzt hat, beschränkt es sich auf eine kleine Zahl von Praktikumsaufgaben, leitet indes an ihnen methodisch ebenso einfach wie gründlich den Studierenden an zu „manueller Geschicklichkeit in der Behandlung feinerer Instrumente und Sorgfalt und Zuverlässigkeit im Beobachten". Der Mechanik sind 10, der Wärme 7, der Elektrizität 6, der Optik 2 Aufgaben gewidmet. Das Buch ist aus dem Bedürfnis hervorgegangen, den Besuchern der Industrieschule in München für ihre Arbeiten im Laboratorium einen gedruckten Leitfaden zur Verfügung zu stellen; es kann indes auch für den Gebrauch an der Universität neben den Büchern von Kohlrausch und Wiedemann und Ebert wärmstens empfohlen werden. J. Stark.

(Eingegangen 3. Januar 1904.)

K. Schreber, Die Kraftmaschinen. Vorlesungen über die wichtigsten der zur Zeit gebrauchten Kraftmaschinen. gr. 8. XII u. 348 S. mit 56 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. Leipzig, B. G. Teubner. 1903. M. 6,—.

Das Buch ist eine Einführung in die technische Physik der Maschinen. Es werden der Reihe nach die wichtigsten Typen der heute gebräuchlichen Motoren hinsichtlich ihrer Arbeitsweise sowie (bei den Wärmemotoren) auch hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit besprochen. Geschrieben ist das Buch in der Absicht, Universitätsstudenten mit den Grundlagen praktischer Anwendung der Mechanik und Wärmelehre vertraut zu machen. Zweifelsohne entspricht Anlage und Ausführung des Werkes durchaus dieser Absicht, so dass dasselbe Physikern und Mathematikern, die sich auf dem Arbeitsgebiete der Ingenieure umsehen möchten, warm empfohlen werden kann.

Was allerdings die Hoffnung des Verfassers anlangt, dass das Buch Landwirten und Juristen zur Beratung bei praktischen Fragen dienen könnte, so glaube ich, dass für solche Zwecke besser eines der zahlreichen Bücher über Betriebskostenberechnungen, Materialpreise etc. benutzt wird (weil dieselben reichhaltiger sind), wenn überhaupt ein Buch eigene praktische Erfahrungen ersetzen kann.

Der Studierende der technischen Hochschule

schliesslich wird wohl auch ab und zu das Buch zur Hand nehmen können, seiner dankenswerten geschichtlichen und sonst allgemein interessierenden Angaben halber, die in den rein technischen Vorlesungen meist etwas zu kurz kommen. Für eine Einführung in das eigentliche Fachstudium dagegen bietet es ihm zu wenig. Was der zukünftige Ingenieur in den ersten Semestern braucht, ist einerseits sichere Grundlegung der technischen Mechanik, andererseits feste Gewöhnung an zweckmässiges Konstruieren. Von diesem Standpunkt aus muss eine zu frühzeitige Beschäftigung mit speziellen maschinentechnischen Fragen, ohne dass der Studierende die der theoretischen Behandlung zu Grunde gelegte Konstruktionsform vor seinem geistigen Auge hat, als unzweckmässig betrachtet werden.

Alles in allem gerechnet kann naturwissenschaftlich das Buch, wie der Verfasser in der Vorrede selbst sagt, dem „gebildeten Nichtfachmann zur Orientierung" dienen, sofern er keine wirkliche praktische Beratung sucht.

W. Hort.

(Eingegangen 7. Januar 1904.)

W. Nernst, Theoretische Chemie vom Standpunkte der Avogadroschen Regel und der Thermodynamik. gr. 8. 4. Auflage. XIV u. 749 S. mit 36 in den Text gedruckten Abbildungen. Stuttgart, F. Enke. 1903. M. 16.—.

Der beste Beweis für den durchschlagenden Erfolg dieses Buches bildet der Umstand, dass in zehn Jahren vier Auflagen nötig waren. Im Vergleich zu den früheren sind wesentliche Änderungen in der Darstellung und Anordnung nicht vorgenommen worden. Berücksichtigt sind die wichtigsten inzwischen erschienenen Arbeiten aus dem Gebiet der physikalischen Chemie und neu hinzugekommen ist ein Kapitel über die atomistische Theorie der Elektrizität, in der die Entwickelung der Theorie der Elektronen, die sich ja immer mehr als eine neue Erweiterung der atomistischen Betrachtungsweise herausstellt, zur Darstellung gebracht wird.

Da das Buch allgemein bekannt ist, so dürfte es unnötig sein, ihm ein empfehlendes Wort mit auf den Weg zu geben. G. C. Schmidt.

(Eingegangen 10. Januar 1904.)

Hans von Jüptner, Lehrbuch der physikalischen Chemie für technische Chemiker und zum Gebrauche an technischen Hochschulen und Bergakademien. 1. Teil, Materie und Energie. gr. 8. V und 194 S. mit 21 Fig. Leipzig und Wien, F. Deuticke. 1903. M. 4.—.

Trotz der reichlich vorhandenen vorzüglichen Lehrbücher der physikalischen Chemie dürfte doch ein speziell für die Bedürfnisse des technischen Chemikers abgefasstes nicht überflüssig sein. Hier liegt der erste Teil eines solchen vor. Das Ganze soll dann gewissermassen eine Einleitung in ein vom Verfasser zu bearbeitendes Lehrbuch der chemischen Technologie darstellen und den besonders ausgesprochenen Zweck erfüllen, das Studium der technischen Chemie zu vertiefen. Dem mehr technischen Charakter des Werkes entsprechend ist auf die Mitteilung eines reichhaltigen technisch wichtigen Zahlenmaterials besonderer Wert gelegt worden, auch die theoretischen Teile des Buches haben sachgemässe Behandlung erfahren, so dass das Werk angelegentlich empfohlen werden kann. Einen für den Referenten recht amüsanten Eindruck erweckt die Thatsache, dass Ostwald, der jetzt so ausgesprochene Gegner aller molekulartheoretischen Vorstellungen des öfteren wegen seiner so besonders anschaulichen molekulartheoretischen Erklärungen ganze Abschnitte lang wörtlich citiert wird. Was mag der grosse Energetiker und Feind aller molekularen Veranschaulichungen wohl empfinden, wenn er sieht, mit welchem Eifer andere sich der von ihm fortgeworfenen hypothetischen Krücken bedienen?

Emil Bose.

(Eingegangen 17. Januar 1904.)

H. Rudolph, Luftelektrizität und Sonnenstrahlung. Mit Figuren und Kurven im Texte, 24 Seiten. Leipzig, Johann Ambrosius Barth. 1903. Preis M. 1,—. Der Verfasser macht den Versuch, eine Theorie der atmosphärischen Elektrizität zu geben auf Grund folgender Annahmen:

„1. Die Ladungsintensität über irgendeinem Punkte der Erdoberfläche ist proportional der Strahlungsintensität, welche auf die darüberliegende Flächeneinheit der Kugeloberfläche vom Radius r ohne Absorption entfallen würde, und dem von den Strahlen in der verdünnten Luft zurückgelegten Wege.

2. Die Ionisierungsintensität über irgendeinem Punkte der Erdoberfläche ist proportional der auf die darüberliegende Flächeneinheit der Kugeloberfläche vom Radius r entfallenden Strahlungsintensität.

3. Die Ableitung von Luftelektrizität zur Erde, diejenige bei Gewittern und Niederschlägen inbegriffen, ist proportional der mittleren Ladungs- und Ionisierungsintensität."

Als Hypothese für die Erklärung positiver Ladungen in der Atmosphäre wird die Ionisier-

ung der Luft durch lichtelektrisch an kosmischen Staubteilchen zerstreute Kathodenstrahlen, eine primäre Kathodenstrahlung der Sonne und ein Eindringen der negativen Ionen in die unteren Schichten der Atmosphäre unter der Wirkung des Strahlungsdruckes angenommen.

Dem Ref. sind weder die hypothetischen Grundlagen, bei denen er besonders eine stichhaltige Erklärung des elektrischen Feldes vermisst, das die lichtelektrisch zerstreuten Ionen erst zur weiteren Ionisierung befähigt, noch die Vorschläge des Verfassers zur experimentellen Prüfung seiner Theorie verständlich geworden, die dieser im Anhang unter Hinweis auf den von ihm konstruierten „Fesselballon mit Drachenfläche und Sammelnetz für atmosphärische Elektrizität" macht. H. Gerdien.

(Eingegangen 22. Januar 1904.)

Journal de chimie physique, élektrochimie, thermochimie, radiochimie, mécanique chimique, stöchiométrie, publié par Philippe-A. Guye. Genf, bei Kündig und Paris, bei Gautier Villars. Monatlich erscheint ein Heft.

Damit hat nun auch die wissenschaftliche Welt der französisch sprechenden Länder eine Zeitschrift für physikalische Chemie und das war zweifellos sehr nötig, denn während in anderen Ländern die junge Wissenschaft schnell zu grosser Blüte sich entfaltet hat, verhielt sich Frankreich derselben gegenüber mehr als ablehnend. Nur dadurch erklärt es sich, dass z. B. anderthalb Jahrzehnte theoretischer Elektrochemie an führenden Geistern der Chemie in Frankreich völlig spurlos vorbeigerauscht sind. Augenscheinlich beginnt nunmehr eine neue Ära der physikalischen Chemie in Frankreich und man kann daher der jungen Zeitschrift nur alles Gute wünschen und auch prophezeien. Jedenfalls steht fest, dass ihre Leitung in die geeignetsten Hände gelegt worden ist, da der Herausgeber an der Entwickelung der physikalischen Chemie von der freien Schweiz aus fördernd den regsten Anteil genommen hat. Wer wie der Referent mit grösstem Interesse Guyes Vorlesungen zu hören Gelegenheit hatte, brauchte sich kaum erst durch den Augenschein zu überzeugen, dass die neue Zeitschrift unter den günstigsten Auspizien ins Leben getreten ist.

Emil Bose.

(Eingegangen 17. Januar 1904.)

G. **Mahler, Physikalische Formelsammlung.** Sammlung Göschen, Heft 136. 2. verbesserte Auflage. 190 S. mit 65 Fig. Leipzig, G. J. Göschen. 1903. In Leinen geb. M. —.80.

Das vorliegende Büchlein enthält die Hauptformeln der Physik mit elementaren Ableitungen etwa im reichlichen Umfange der Schulphysik und kann in der Hand des Physiklehrers an höheren Schulen zur Repetition und beim Unterricht wohl Verwendung finden, da die Ausführungen im wesentlichen korrekt und in leicht fasslicher Form gegeben sind. Bedenklich erscheint dem Referenten der Ersatz des Wortes Parallelepiped durch „Parallelflach". Ersteres ist ein Wort, dessen Bedeutung ein für allemal festliegt; „Parallelflach" ist eine blosse Bezeichnung für einen Körper mit parallelen Flächen, würde also ebensogut für ein Oktaeder, ein Pentagondodekaeder etc. passen. Soll es ausserdem „der" oder „das" Parallelflach heissen? Dieser Verdeutschungsbestrebung gegenüber sind die Kapitel über Elektrizität, Wärme und Magnetismus aus schematischen Rücksichten mit „Elektrik", „Kalorik", „Magnetik" überschrieben worden, wodurch in der That eine Uniformierung der Kapitelüberschriften erreicht ist. Ein Parallelepiped mit drei zu einander senkrechten Hauptrichtungen wird „Quader" genannt, eine Bezeichnung, die für Balken, rechteckige Scheiben etc. doch reichlich merkwürdig erscheint. Im Kapitel Elektrizität (Elektrik) ist dem Referenten die Definition von Ampère und Ohm aufgefallen; mag sich die Definition des Ampère aus der Knallgasmenge aus didaktischen Gründen noch rechtfertigen lassen, so wäre doch auf jeden Fall die Angabe des internationalen statt des legalen Ohm wünschenswert gewesen. Ausserdem sollte in einem modernen Buche der unglückliche Satz aus der Lehre von der Batterieschaltung in Wegfall kommen, dass man einen maximalen Entladestrom aus einer Batterie erhält, wenn man inneren und äusseren Widerstand durch passende Batterie-Umschaltung gleichmacht. Im Zeitalter der Akkumulatoren ist dieser Satz wahrlich nicht mehr angebracht, stammt er doch aus einer Zeit, als man, um für einen besonderen Versuch einmal eine ordentliche Stromstärke zu bekommen, reiflich überlegen musste, wie man seine Daniell- oder Bunsenbatterie am besten schaltete. Schliesslich sollte auch nicht mehr das Daniellelement als Etalon für elektromotorische Kräfte genannt werden, auf keinen Fall aber als einziges. Emil Bose.

(Eingegangen am 17. Januar 1904.)

E. Grimsehl, Die elektrische Glühlampe im Dienste des physikalischen Unterrichtes. Abhandlungen zur Didaktik und Philosophie der Naturwissenschaft, Heft 1. gr. 8. 60 S. mit Abb. Berlin, J. Springer. 1904. M. 2.—.

Die vorliegende Abhandlung über die Verwendung der Glühlampe im physikalischen

Unterrichte ist in Bezug auf ihren didaktischen Wert sowohl, als auch wegen ihrer experimentellen Vielseitigkeit ein Meisterstück zu nennen. Die einzelnen Kapitel behandeln der Reihe nach: die Kohlenfadenlampe, die Glühlampe als Strommesser, die Glühlampe als Spannungsmesser, sonstige Versuche aus der Elektrik und Magnetik, Versuche aus der Mechanik und Wärmelehre. Versuche aus der Optik. Ein auch nur oberflächliches Eingehen auf den reichen Inhalt ist in einem kurzen Referat nicht möglich und würde nur den Genuss der zusammenhängenden Lektüre der Abhandlung beeinträchtigen.

Emil Bose.

(Eingegangen 17. Januar 1904.)

Siegfried Toeche-Mittler, Zur Molekulargewichtsbestimmung nach dem Siedeverfahren. gr. 8. 57 S. mit 4 Fig. u. 3 Taf. Berlin, E. S. Mittler & Sohn. 1903. M. 2.50.

Das vorliegende Heftchen enthält eine Abhandlung mit Messungen von Siedepunktserhöhungen nach der Beckmannschen Methode. Es wurden eine Reihe von Molekulargewichtsbestimmungen in Benzol, Äthylalkohol und Äthyläther als Lösungsmitteln ausgeführt, deren Resultate nichts zu wünschen übrig lassen. Bei einem Teil der Arbeit benutzte der Verfasser Quecksilberthermometer, ein zweiter Teil der Versuche dagegen wurde mittels Luftthermometer angestellt. Den Schluss der Abhandlung bilden Versuche über den Einfluss der Heizflammengrösse auf die Resultate.

Emil Bose.

(Eingegangen 17. Januar 1904.)

J. H. van't Hoff, Vorlesungen über theoretische und physikalische Chemie. Drittes Heft: Beziehungen zwischen Eigenschaften und Zusammensetzung. 2. Aufl. gr. 8. X und 155 S. mit Abb. Braunschweig, F. Mittler & Sohn. 1903. M. 4.—.

Eine Empfehlung der Vorlesungen Meister van't Hoffs ist an diesem Orte zweifellos überflüssig, es möge daher nur auf die interessante Thatsache hingewiesen sein, dass die erste Auflage schon eine Übertragung ins Französische, Englische, Russische, Italienische und gar ins Japanische erfahren hat. Emil Bose.

(Eingegangen 17. Januar 1904.)

C. H. Wind, Leerboek der Naturkunde en von hare voornamste Toepassingen door J. Bosscha. V. Band. Magnetismus und Elektrizität, 1. Abteilung. XVI u. 396 S. Leiden, A. W. Sijthoff. 1903.

Der Charakter dieses grossen holländischen Lehrbuchs der Physik ist in dieser Zeitschrift **4**, 303 ausführlich geschildert worden. Auch der vorliegende Band, welcher Magnetismus und Elektrostatik enthält und von C. A. Wind bearbeitet ist, hält sich ganz in den Rahmen der vorhergehenden Bände, d. h. mathematische Entwickelungen treten in den Hintergrund und durch Abbildungen und Analogien werden die obwaltenden Beziehungen klargelegt. Die Anordnung des Stoffes weicht von der in deutschen Lehrbüchern getroffenen nicht wesentlich ab. Die Darstellung ist leicht fasslich und interessant. Dem Studierenden wird in diesem Bande ebenso wie in den vorhergehenden ein vorzügliches Lehrbuch in die Hand gegeben, um sich mit den einschlägigen Fragen vertraut zu machen.

G. C. Schmidt.

(Eingegangen 10. Januar 1904.)

Berichtigung.

Mitteilung von J. Stark, „Ionisierung durch den Stoss negativer Ionen von glühender Kohle" **5**, 51: Am Ende von § 6 ist statt: „Für die Ionisierung durch Röntgenstrahlen wurde von Perrin (Ann. chim. et phys. **11**, 496, 1897) Unabhängigkeit von der Temperatur in den Grenzen -12^0 und $+145^0$ gefunden" ist zu setzen: „Für die Ionisierung durch Röntgenstrahlen wurde von Mc Clung (Proc. Cambr. Soc. **12**, 191, 1903) Unabhängigkeit von der Temperatur in den Grenzen 14^0 und 222^0 gefunden." Der bedauerliche Irrtum kam durch eine Verwechselung der zwei in des Verfassers Exzerpten hintereinander stehenden Citate zustande.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierte sich: Dr. Paul Eversheim in Bonn für Physik, Dr. Alfred Thiel in Münster für Chemie, Dr. J. Schröder in Giessen für Chemie, Dr. E. Rupp in Marburg für Chemie.

Es wurden berufen: zum Professor für Chemie an die Handelshochschule zu Köln Dr. Reitter, zum Professor für Maschinenlehre und Elektrotechnik an dieselbe Anstalt Ingenieur Rinkel.

Zum Professor für Physik, Wetterkunde und Geodäsie an der Forstakademie Eberswalde Privatdozent Dr. J. Schubert daselbst.

Es erhielt den Titel Professor: Privatdozent Dr. F. Cohn in Königsberg.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.